BIBLIOTECA UTILE

CONVERSAZIONI ASTRONOMICHE

LE COMETE

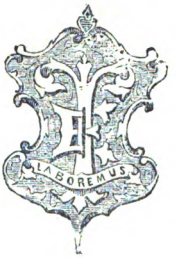
MONOGRAFIA

DI

GIOVANNI CELORIA

ASTRONOMO ALLA SPECOLA REALE DI MILANO

Con 6 tavole litografiche



MILANO
FRATELLI TREVES, EDITORI
1873.

Digitized by Google

Digitized by Google

BIBLIOTECA UTILE

(163)

LE COMETE.

Digitized by Google

Digitized by Google

9.9.451

CONVERSAZIONI ASTRONOMICHE

LE COMETE

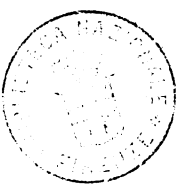
MONOGRAFIA

DI

GIOVANNI CELORIA

ASTRONOMO ALLA SPECOLA REALE DI MILANO

Con 6 tavole litografiche



MILANO
FRATELLI TREVES, EDITORI
1873.

Digitized by Google

Proprietà Letteraria

Stab. dei Fratelli Treves.

Digitized by Google

LE COMETE

I.

La grande Cometa dell'anno 1858 ossia la Cometa Donati.

Il giorno 2 Giugno dell'anno 1858 il professore Donati scoprì all' Osservatorio astronomico di Firenze una piccola cometa, nella costellazione del Leone maggiore. Essa appariva, veduta in cannocchiali di potenza bastevole, come una massa rotonda, a contorni irregolari e indecisi, larga tre minuti primi, un decimo circa del diametro medio lunare apparente, bianchiccia d'un colore simile a quello della Via Lattea, più lucente verso il suo mezzo, pallida verso la periferia, e perdentesi a gradi a gradi, insensibilmente, quasi sfumando, nella luce generale del cielo. Essa era allora a distanze dal Sole, e dalla Terra ancora considerevoli, ed espresse rispettivamente dai numeri 2,23 e 2,33, quando si prenda il raggio dell'orbita terrestre come unità. Il suo movimento apparente, attraverso alle costellazioni del cielo, essendo quindi lentissimo, essa continuò ad apparire sotto forma di una nube piccola, tenue e pallida du-

Digitized by Google

rante i mesi di Giugno e Luglio, e durante la più gran parte dell'Agosto. Per tutto questo tempo essa si mantenne telescopica, e sorgendo la mattina sull'orizzonte prima del Sole, tramontando la sera dopo il medesimo, potè dagli Astronomi dell' emisfero boreale della Terra essere lungamente osservata.

Negli ultimi giorni di Agosto, accelerato d'un tratto il suo movimento apparente, la Cometa Donati crebbe rapidamente di splendore, divenne visibile anche all'occhio nudo, e mostrossi in seguito accompagnata da fenomeni di forma, di grandezza, di luce tanto straordinari, che fecero di essa una delle comete più splendide, delle quali la tradizione conservi memoria.

Limitandoci dapprima ai fenomeni osservati coll' occhio nudo, o con deboli cannocchiali, la Cometa del 1858 apparve il giorno 30 Agosto come un disco a contorni netti e decisi, risultante di due parti ben distinte, l'una centrale lucentissima (nucleo), l'altra (Chioma) tenue, diffusa, pallida e svolgentesi, come corona, tutto attorno alla prima. Nei primi giorni di Settembre, la chioma, cessando di essere simmetrica attorno al nucleo, apparve estendersi nella direzione opposta al Sole, e quivi formare una striscia nebbiosa, diffusa, tenue (coda) il cui splendore, sempre più debole a distanze crescenti dal nucleo, finiva per perdersi nella luce generale del cielo, e confondersi con essa. A poco a poco questa coda si spinse a distanze sempre maggiori dal nucleo, e, acquistando lunghezze sempre maggiori, prese ad incurvarsi, quasi che le sue parti, elevandosi a grandi altezze dal nucleo, non lo potessero più seguire nel suo movimento, e rimanessero indietro al medesimo.

Digitized by Google

Per tutto il mese di Settembre (tav. I) la coda, pure offrendo mirabile spettacolo di sè, non raggiunse però lunghezze straordinarie. Misurando sei gradi, dodici volte circa il diametro apparente della Luna, il giorno 12 di Settembre, ne misurava tredici il giorno 27, diminuiva misurandone soli dieci il giorno 28, risaliva a ventidue gradi il giorno 30. Già notevolissimi in sè questi fenomeni presentati nel Settembre dalla Cometa Donati, essi scomparvero di fronte a quelli, pei quali passò nell'Ottobre successivo.

Il giorno 2 Ottobre la coda di questa cometa era lunga venticinque gradi, il giorno 5 (tav. II) trentacinque; il giorno 6 essa misurava già cinquanta gradi, il giorno 8 ancora cinquanta, il giorno 10 sessanta, quarantacinque il giorno 12, e il giorno 15 la sua lunghezza non era già più che quindici gradi (tav. I). È strano questo rapido incremento, questo rapidissimo decremento; in un sol giorno la lunghezza della coda salì da trentacinque a cinquanta gradi, in meno di tre giorni discese da quarantacinque a quindici; la cometa continuò in seguito ad apparire sempre meno splendente, e, ridivenuta, telescopica guadagnò col suo movimento il cielo australe, e là potè ancora per l'ultima volta essere osservata il primo giorno del Marzo 1859 all'Osservatorio di S. Jago del Chilì.

I numeri ricordati non bastano a dare un concetto intero, ed adeguato della lunghezza raggiunta dalla Cometa Donati, e più che tutto delle variazioni quasi subitanee, per le quali essa passò. A ciò bisogna pensare, che il 10 Ottobre allorquando la coda della Cometa misurava sessanta gradi, attesa la distanza

Digitized by Google

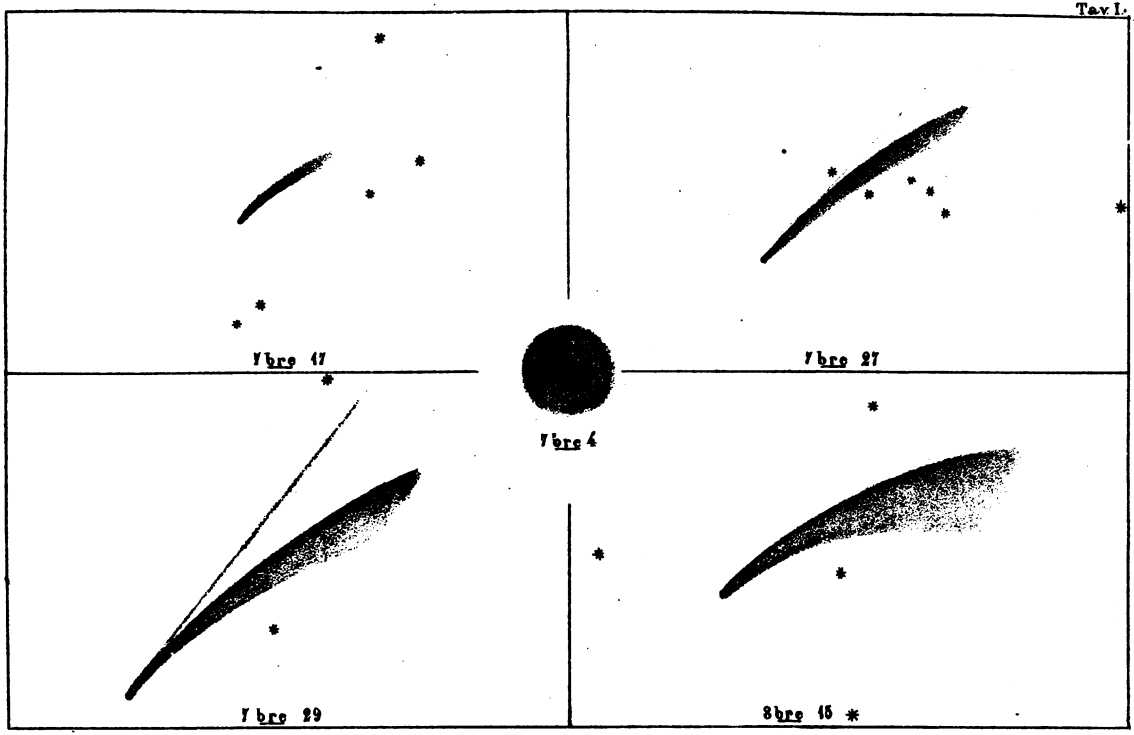
di questa dalla Terra, essa aveva una lunghezza reale di quarantatre milioni di miglia italiane geografiche, essendo uno di questi miglia uguale a 1852 metri; che allorchè, il giorno 5 Ottobre, essa misurava trentacinque gradi, la sua lunghezza reale era di ventotto milioni di miglia geografiche, e che, quando il giorno 15 di Ottobre misurava quindici gradi (tav. I) essa realmente era ancora lunga dodici milioni di miglia. Così in dieci giorni la sua lunghezza crebbe di quindici milioni di miglia geografiche, in altrettanti diminuì di trentun milioni, e di queste miglia la circonferenza dell'equatore terrestre non ne contiene che ventunmila e seicento.

Questi fatti superano assolutamente tutte le idee esperimentali della nostra mente; sulla Terra, attorno a noi, nessun fenomeno della natura può essere ai medesimi paragonato. John Herschel, pensando ai medesimi, non dubitò di asserire, che la formazione delle code delle comete in sè racchiude qualche mistero profondo della natura. Se la coda delle comete risulta di materia, quale noi siamo usi a concepire, dotata cioè di inerzia, questa deve essere soggetta all'azione di forze immensamente superiori, e di natura ben diversa da quella della gravità. Ma secondo Herschel, forse troppo si presume, quando si crede, che osservazioni prolungate metteranno l'uomo in grado di approfondire questo segreto della natura, e riconoscere se veramente sia materia, nel senso comune della parola, quella che con velocità tanto prodigiosa, quasi incommensurabile, viene eiettata dalla massa centrale delle comete, e sospinta in una direzione, determinata dal luogo che il Sole occupa rispetto alla cometa stessa. Scientificamente parlando,

Digitized by Google

Cometa Donati 1858

Tav. I.



Sue apparenze ad occhio nudo od in deboli cannocchiali

Digitized by Google

Digitized by Google

queste parole di Herschel suonano troppo assolute; esse però sono direttamente dettate dal sentimento, che i fenomeni cometari eccitano sempre al loro primo apparire alla nostra mente.

Ma tornando alla grande Cometa dell' anno 1858, altri fenomeni furono in essa osservati, dei quali, non meno che dei precedenti, sarà difficile assegnare in seguito la cagione. Il giorno primo di Ottobre fu vista, a tre gradi circa dal nucleo, staccarsi dal lembo convesso della coda principale una striscia rettilinea, debolmente luminosa, la quale, quasi una tangente alla grande coda, si spinse ad uguale distanza che questa dal nucleo. Durante i primi giorni di Ottobre, questa coda secondaria apparve sempre più splendente, e più lunga; il giorno 6, essa abbracciava cinquantacinque gradi della volta celeste, ed altre code minori, deboli, diffuse, solo imperfettamente distinte, al pari di essa si staccavano da punti diversi del lembo convesso della coda principale. Il giorno 5 (tav. II), e il giorno 9 di Ottobre due code minori furono in modo ben distinto viste in America da Bond, all' Osservatorio del Collegio di Harvard.

Queste code minori, o secondarie apparvero sempre sottili, quasi filamenti di luce, e il loro splendore fu sempre così inferiore a quello della grande coda, che facilmente sfuggirono all'osservazione. Così nella sera del 27 Settembre, il padre Secchi all' Osservatorio del Collegio Romano notò, che un raggio leggiero e sfumatissimo sfuggiva dal nucleo della cometa, e si spingeva a circa mezzo grado da questo, in una direzione quasi diametralmente opposta a quella della coda, mentre nelle osservazioni

Digitized by Google

di altri astronomi non trovasi di questo fatto traccia alcuna.

Durante l'intervallo di tempo dal 5 al 12 Ottobre, la parte superiore della coda principale apparve solcata trasversalmente al suo asse longitudinale da strisce alternativamente oscure e luminose, lunghe cinque gradi e più, larghe da venti a trenta minuti primi, approssimativamente diritte, e così disposto, da tagliare l'asse della coda ad angoli fra i venti e trenta gradi. Sebbene la coda fosse in questo tratto dispersa, e si mostrasse come diffusa sopra una larga area di cielo, di cui i confini erano indeterminati, pure le striscie apparivano distintamente limitate in tutto il loro contorno, e separate fra di loro da ben certi intervalli oscuri.

Queste strisce luminose ed oscure furono contemporaneamente vedute da parecchi osservatori; specialmente il giorno 8 esse apparvero distintissime in numero di cinque o sei, accompagnate da altre meno spiccate e definite. Esse possono nel loro insieme essere paragonate alle scanalature d'una colonna, e richiamano alla mente le strisce osservate nelle aurore polari. Alcuni osservatori affermano di non avere notato in esse alcun movimento sensibile, altri invece le descrivono come estendentisi, e contraentisi in modo brusco e repentino, quasi la loro massa fosse attraversata da correnti istantanee. Questa discrepanza non deve punto meravigliare, ed ha sua ragione di essere nella minutezza dei dettagli, e nella delicatezza dei fenomeni, ai quali essa si riferisce.

Vista in potenti telescopi, la Cometa Donati mostrò fenomeni curiosissimi, e di grande importanza

Digitized by Google

per la teoria fisica dei fenomeni cometari, sebbene non interamente nuovi. Essi riguardano più specialmente la figura del capo della cometa, l'interna disposizione della sua nebulosità, le dimensioni, lo splendore e le altre peculiarità del nucleo.

Nella prima metà di Settembre, quando la cometa già era visibile ad occhio nudo, si scorgeva coi cannocchiali nel capo della medesima un nucleo abbastanza ben definito, splendente d'una luce tranquilla, e terminato da un contorno ellittico, disposto in modo, che il suo grand'asse era perpendicolare alla direzione della coda. Applicando però al cannocchiale oculari di forte ingrandimento, questo nucleo perdeva il giorno 3 Settembre, la nettezza de' suoi contorni, e confondevasi colla nebulosità, che da ogni parte lo circondava. Nei giorni susseguenti questo fatto cessò di verificarsi; il diametro del nucleo andò sempre decrescendo, la sua forma, dapprima ellittica, si modificò, il suo contorno si definì sempre maggiormente, e la sua luce divenne più viva e intensa; esso apparve in tutto simile ad una stella e continuò a mostrarsi distintamente, anche quando lo si guardava con oculari di forte ingrandimento.

La chioma, che circondava il nucleo, apparve invece dilatarsi sempre più, e, fin verso la metà di Settembre, si estese in modo uniforme e simmetrico per ogni senso. La sua massa non presentò mai differenze di splendore notevoli, il suo contorno apparve sempre indeciso, la sua debole luce confondendosi gradatamente col fondo oscuro del cielo. La sua intensità luminosa fu trovata sempre una frazione minima di quella del nucleo.

Passata la prima metà di Settembre si videro at-

Digitized by Google

traverso ai telescopi le fasi più singolari di questa cometa.

La sua coda cominciò a mostrarsi divisa in due nel senso della lunghezza. Un tratto sottile, intensamente oscuro separava a partire dal nucleo, quasi fosse un'ombra da questo proiettata, le due braccia luminose della coda. Ad una certa distanza dal nucleo esso cominciava a rischiararsi debolmente, e divenendo sempre più luminoso a maggiori distanze finiva per confondersi colle parti le più lontane e le meno splendenti (tav. III) delle braccia della coda. Queste braccia non avevano splendore uniforme ed eguale; la loro intensità luminosa era mutabile; dapprima l'uno di essi, l'anteriore, apparve assai più splendente, poi a poco a poco amendue brillarono d'una stessa luce, infine il braccio anteriore si mostrò dell'altro meno luminoso.

Il suo nucleo apparve dapprima circondato da una massa nebulosa, la quale, molto splendente nella direzione opposta a quella della coda, ad una distanza dal nucleo di circa quaranta secondi d'arco, si ripiegava sopra sè stessa, ritornava indietro, e rasentando il capo della cometa andava a formarne la coda. In seguito si vide effluire da esso in una direzione ancora opposta a quella della coda, e quindi verso il Sole, una materia splendente luminosa, che si disponeva attorno al nucleo a guisa di ventaglio. Dopo poco tempo questo primo ventaglio, inviluppante parzialmente il nucleo della cometa, da questo si allontanava spingendosi più verso il Sole, ed attorno al nucleo, ad esso aderente, si formava un secondo e più lucente inviluppo, il quale si disponeva ancora a ventaglio attorno al medesimo.

Digitized by Google

Ben presto la formazione regolare di questi inviluppi successivi divenne il fatto più notevole e caratteristico nella veduta telescopica della Cometa. Fra il 10 e il 23 Settembre essi apparvero d'un tratto interamente formati, e pure mostrando la loro massa agitata da forti movimenti intestini seguitarono a mantenersi per alcuni giorni identici a sè medesimi. In seguito essi si svolsero gradatamente dal nucleo, e si poterono osservare tutti gli stadi successivi del loro svolgimento.

Il giorno 23 Settembre il capo della Cometa presentava uno spettacolo straordinario. Il suo nucleo era piccolo, ma intensamente luminoso; a quella parte del contorno di questo, che riguarda il Sole, aderiva un inviluppo lucente, a forma di settore circolare o ventaglio, ed estendentesi fino a quindici secondi d'arco da esso. A questo primo inviluppo succedeva una stretta fascia oscura, circondata alla sua volta da un secondo inviluppo, del primo meno luminoso, ed avente il suo vertice a trenta secondi dal nucleo. Una nuova fascia oscura abbracciava questo secondo inviluppo, e al di là di essa veniva un'atmosfera nebbiosa, tenue, diffusa, che rapidamente si perdeva nel fondo oscuro del cielo. Questa struttura speciale del capo della cometa non si estendeva alla coda, anzi in questa tutto si fondeva in una nebulosità omogenea, senza contrasti di luce e di ombra, ma solo a gradi passante per ordini di splendore sempre meno intensi.

Negli ultimi giorni di Settembre la Cometa presentava tre inviluppi ben distinti (tav. III). Cominciava a vedersi in essa una nebulosità diffusa, poi un primo e più lontano inviluppo tenue e meno lucente, poi un secondo inviluppo più lucido, più de-

Digitized by Google

ciso, di forma quasi semicircolare, e perdentesi nella coda della Cometa, infine un terzo inviluppo aderente per 270 gradi circa al contorno del nucleo, e separato da un inviluppo intermedio per mezzo di una fascia meno luminosa. Lo splendore di questo ultimo inviluppo era grandissimo; andava crescendo dalla periferia verso il centro, e qui si confondeva con quello del nucleo.

Durante la sua apparizione la Cometa Donati mostrò ben sette di questi inviluppi, dei quali fino a quattro furono visti coesistere in uno stesso giorno, esclusa quell'ultima e tenue nebulosità, nella quale terminava la chioma della Cometa. Il primo di essi apparve aderente al nucleo il giorno 20 Settembre, il giorno 23 esso erasi elevato sul nucleo, ed un secondo inviluppo a questo aderiva. I successivi inviluppi si allontanavano gradatamente dal nucleo, come onde concentriche semicircolari dal loro punto d'origine, intorno al quale ogni nuovo inviluppo dapprima si formava. Per tal guisa un terzo inviluppo fu visto aderire al nucleo per i giorni 24 e 25 Settembre, un quarto fra i giorni 2 e 4 Ottobre, un quinto fra i giorni 8 e 9, un sesto formarsi poco prima del giorno 15, un settimo ed ultimo nel giorno 20.

I successivi inviluppi non si disposero tutti in modo identico e simmetrico rispetto al nucleo; gli ultimi specialmente presero posizioni eccentriche e dissimmetriche, anzi uno fra essi si dispose in guisa da presentare, in uno al nucleo, una forma, paragonata da Secchi ad una virgola. I due ultimi inviluppi poi presentarono nella loro massa una struttura radiata, risultante da piccoli settori più o meno lucenti, ed il penultimo aveva la sua massa luminosa brusca-

Digitized by Google

mente rotta da una piccola macchia oscura, la quale mantenne per più giorni la medesima posizione rispetto all' asse della Cometa.

Dopo il 20 Ottobre la Cometa decrebbe rapidamente di splendore, ed il giorno 27 essa era già assai debole, con nucleo largo e nebbioso. Divenuta visibile agli osservatori dell' Emisfero australe della Terra, la sua coda scomparve fra il 3 e il 6 Dicembre, avendo essa presa, verso quel tempo, una forma rotonda, col nucleo eccentricamente collocato verso la parte riguardante il Sole.

Tali furono i fenomeni principali presentati dalla grande Cometa dell' anno 1858. Ci siamo ad arte lungamente soffermati sovr' essa, perchè nessun' altra ci parve meglio adatta, a dare un' idea più intera, ed adequata dello svolgersi complesso ed intricato dei fenomeni cometari. Ripensando a quelli fra essi osservati coll' occhio nudo, sopratutto alla lunghissima coda, al suo rapido formarsi, al suo rapidissimo decrescere, alla sua struttura, alle code sottili, diritte e secondarie si capisce, come le comete abbiano sempre e in ogni dove eccitato la più grande maraviglia, ed in tempi in cui tutto che ad esse si riferiva era un profondo arcano, e in cui le menti umane erano proclivi alle credenze superstiziose, abbiano potuto eccitare uno spavento straordinario. Ripensando a quelli osservati con telescopi potenti, alle modificazioni del nucleo, alla formazione degli inviluppi successivi, si capisce, e si presente già fin d'ora, quanto debba tornare difficile il dare di essi ragione, e il formare una teoria, che tutti nel loro insieme fisicamente li spieghi.

Digitized by Google

II.

Il Nucleo e la Chioma delle Comete.

Di rado le Comete sono seguite da code di lunghezza prodigiosa, così come avvenne per la Cometa del 1858. In generale esse si mostrano quali masse nebulose a contorni parabolici, incerti e indeterminati, svolgentisi intorno alla loro parte centrale, in apparenza più densa e luminosa, come intorno a nucleo.

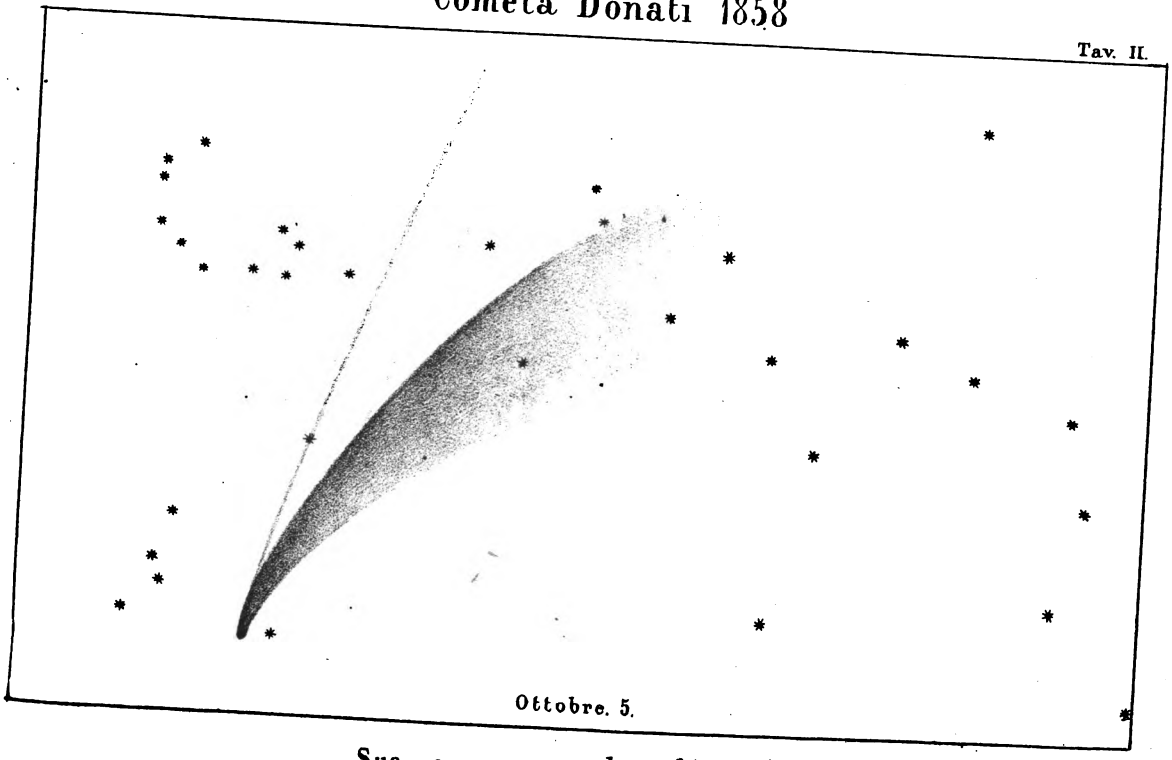
Il nucleo delle comete, nella maggior parte dei casi, ha contorni tanto indecisi, quanto l'ammasso nebuloso che lo inviluppa; talora però prende l'apparenza di un corpo solido, il suo contorno si distacca ben netto dall'inviluppo nebuloso, anzi, non di rado, appare da questo separato per mezzo di una stretta fascia oscura. Questi nuclei, che per la loro apparenza furono detti planetari, sono rarissimi, e Guglielmo Herschel, nella sua lunga vita, osservò due sole comete con nuclei di tal natura, quella scoperta nel 1807 in Sicilia, il cui nucleo aveva un diametro di 440 miglia, ottocento chilometri circa, e la grande Cometa del 1811, il cui nucleo di 2200 miglia, quattro mila chilometri circa, di diametro, misurava quasi il terzo del diametro della Terra.

Digitized by Google

Digitized by Google

Cometa Donati 1858

Tav. II.

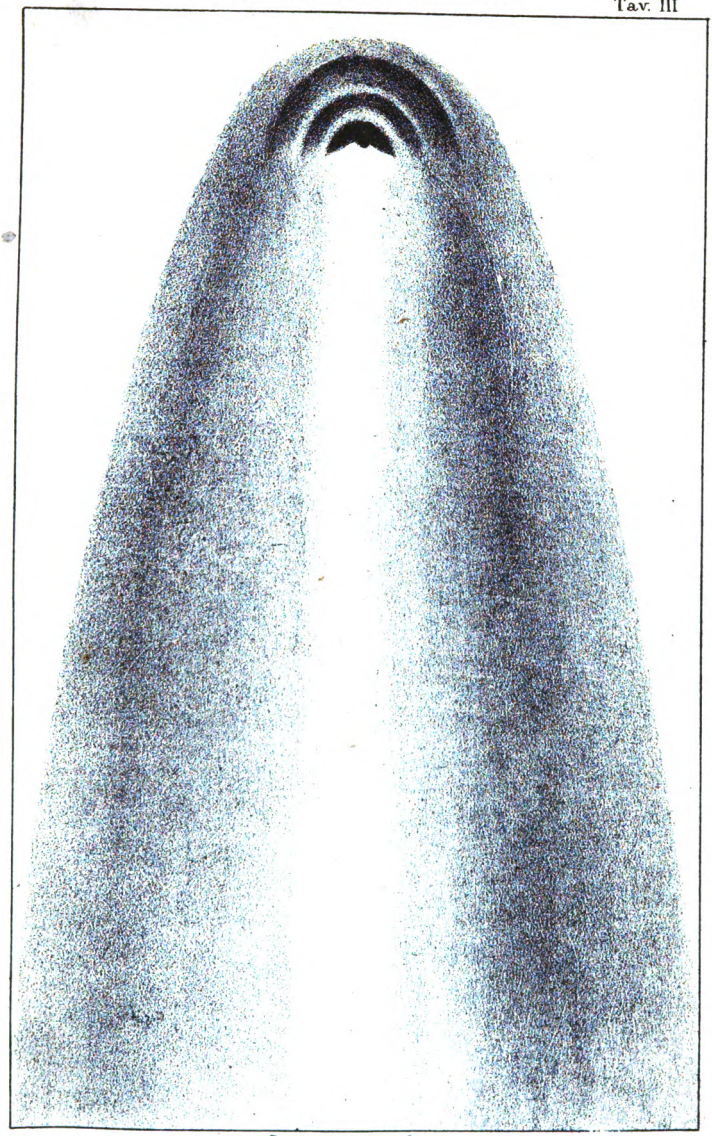


Sua apparenza ad occhio nudo

Digitized by Google

Cometa Donati 1858

Tav. III



Settembre. 29.

Sua apparenza in potenti cannocchiali

Digitized by Google

Digitized by Google

Niente è più variabile, e ad un tempo più difficile ad essere misurato con precisione, che il diametro dei nuclei cometari. Esso prende nelle diverse comete grandezze disparatissime, e mentre la Cometa II del 1798 [1] fu stimata da Schroeter avere un nucleo di venti miglia, 36,100 metri, di diametro, e il nucleo della Cometa di Biela misurava, nel Dicembre del 1805, 24 miglia, 44,520 metri, la Cometa III del 1815 aveva un nucleo, con ben 3200 miglia, 5936 chilometri, di raggio.

È poco probabile, che i nuclei sieno masse solide e compatte. Nessuna stella fu mai vista occultarsi dietro al nucleo di una Cometa, e sventuratamente il passaggio della Cometa del 1819 sul disco del Sole andò inosservato. Olbers calcolò, che il giorno 26 Giugno, fra le ore cinque e le nove, la Cometa del 1819, passando fra la Terra e il Sole, sarebbesi proiettata sul fondo luminoso di questo, e ove la medesima avesse avuta una parte solida, questa sarebbe, verso quel tempo, apparsa sul Sole, come un punto nero. Il calcolo di Olbers fu troppo tardi conosciuto dagli astronomi, e l'osservazione di Pastorff, che in tal giorno ritenne per la Cometa alcune macchie solari da esso lui notate, non ha peso sufficiente, per risolvere la questione della solidità del nucleo delle Comete. Nè maggior peso può attribuirsi all'occultazione della Luna prodotta da una cometa, della quale parla Giorgio Phranza nella sua cronaca del 1454; Pontano dimostrò, doversi la medesima attribuire ad un errore di traduzione dal greco. Non

[1] Quando in un anno si osservano più Comete, le si distinguono aggiungendo alla data dell' anno i numeri romani I, II, ecc.

Digitized by Google

si può quindi per ora spiegare, come taluni hanno fatto, col mezzo delle Comete alcuni eclissi, quello, ad esempio, avvenuto prima della morte di Augusto, oppure quello avvenuto quando Cristo fu crocifisso, ricordati dalla tradizione, e inesplicabili per mezzo dei movimenti ben noti del Sole e della Luna.

D' altra parte la non solidità dei nuclei cometari è resa anche probabile dai grandi cambiamenti, ai quali essi vanno soggetti. Secondo Arago il nucleo della Cometa di Halley, dapprima ben certo e determinato, d' un tratto, il 23 Ottobre 1835, si dilatò, e prese tale apparenza, che appena egli potè credere ad una variazione così rapida, e considerevole. Lahirc, osservando la stessa cometa nella sua apparizione del 1682, non poco rimase maravigliato, vedendo il suo nucleo splendente a guisa di stella, divenire il giorno 26 Agosto largo, diffuso e appena discernibile. Questi cangiamenti, osservati del pari in altre comete, non sono, nella nostra mente, così facilmente compatibili con nuclei ben solidi e compatti; tuttavia dalla perfetta solidità, all'assoluta fluidità e trasparenza corre troppo gran tratto, nè si può prestare gran fede alle osservazioni che narrano di stelle piccole, perfino di nona grandezza, le quali passarono rasente al nucleo, anzi dietro al medesimo, senza pure mostrare il più lieve affievolimento di luce. Questo avvenne, è vero, per alcune comete; fu asserito da Olbers per la Cometa del 1796, da Herschel per quella del 1795, ma quelle erano comete, che presentavano di nucleo appena una traccia debolissima.

Attorno al nucleo, come un inviluppo di struttura irregolare e mutabile, si svolge la Chioma, la quale

Digitized by Google

costituisce la parte veramente essenziale e caratteristica delle comete, quella da cui esse presero il loro nome. Si sono vedute comete senza pur traccia di nucleo: quella, ad esempio, del 1804 apparve come un ammasso rotondo interamente vaporoso, largo otto mila Kilometri: moltissime comete, la più gran parte delle telescopiche, passano senza emettere coda alcuna, ma comete senza chioma finora non furono mai osservate.

La Cometa di Halley, nella sua apparizione del 1835. passò il giorno 29 Settembre, vicino ad una stella piccolissima, di decima grandezza, e Bessel misurando prima che questa fosse immersa nella coda della Cometa, e nell'istante stesso dell'immersione, la sua distanza da altra stella del cielo, ricercò se mai la luce venisse dalla chioma deviata dal suo movimento rettilineo. Ad una distanza dal centro del nucleo di otto secondi d'arco circa, la chioma non produsse traccia di rifrazione. Questo fatto e l'osservazione di Olbers, che vide attraverso alla chioma della Cometa del 1802, una stella piccolissima non punto affievolita, danno un'idea dell'estrema tenuità delle chiome cometarie. Sulla Terra non conosciamo gas tanto tenue, che non abbia influenza sulla luce, che lo attraversa, e se si vuole dalla osservazione di Bessel conchiudere, che anche a distanze dal nucleo minori dell'osservata, le chiome continuino a non deviare la luce dal suo movimento rettilineo, è forza considerare le medesime come un tutto risultante di parti minutissime, staccate fra di loro.

Le chiome non appaiono mai uniformemente luminose in tutta la loro massa, nè mostrano quei rapporti di intensità, che potrebbero risultare dal modo,

Digitized by Google

in cui esse vengono da noi proiettate sul fondo del cielo. Spesso le medesime sono formate da successive zone luminose, separate da spazii oscuri, e mostrantisi ciascuna sotto una diversa apparenza. Da questi anelli concentrici, gli inviluppi dei quali fu a lungo parlato nel capitolo precedente, effluisce in una direzione opposta al Sole la coda, e questo effluire succede in molte comete per modo, che fa supporre venga la materia luminosa eiettata dapprima dal centro della chioma verso il Sole, e in seguito, come se un ostacolo si opponesse al suo progredire, ritorni indietro, cadendo quasi in linee paraboliche, così come succede dell' acqua, che ricade dal zampillo di una fontana.

Non si può del resto ridurre a sistema i fenomeni presentati dalle chiome cometarie; in una stessa cometa queste passano per le più strane apparenze, ed in alcuni momenti la loro massa, tutta sossopra, prende un aspetto caotico; nelle diverse comete poi la varietà dei fenomeni delle chiome è veramente indefinita. Basta per persuadersene ripensare alla grande Cometa del 1858, e gettare uno sguardo sulla tavola IV, nella quale furono disegnati i nuclei, e le chiome di alcune comete principali.

Sopratutto importa fermare l' attenzione sui fatti strani, osservati da Bessel nella Cometa di Halley, durante la sua apparizione del 1835. Il giorno due Ottobre, egli vide dal nucleo effluire verso il Sole materia luminosa, e disporsi a ventaglio intorno al medesimo, generando un settore quasi circolare, il cui sviluppo lineare non era minore di 2400 miglia. Il giorno otto, questo settore luminoso aveva cambiato di posizione rispetto al Sole, e nella notte del

Digitized by Google

dodici, esso, secondo Bessel, si spostò in otto ore d'un arco di quarant'otto gradi. Bessel ne conchiuse, in una sua memoria assai celebrata, il settore di emissione della materia luminosa oscillare a guisa di un pendolo, e questa sua oscillazione compiersi in quattro giorni e quattordici ore per un arco di cento venti gradi. Arago non credette di potere accettare questa conclusione di Bessel, dapprima perchè egli aveva, il giorno 21 Ottobre, osservato tre di tali settori luminosi, osservazione confermata da Schwabe nei giorni 22 e 23, ed in seguito da Amici, il quale giunse ad osservarne perfino sei, ed anche perchè il capo della cometa mutava da uno ad un altro giorno talmente di aspetto; che non si poteva essere certi di mirare sempre ad uno stesso settore.

Tanta complessità di fenomeni confonde; pure, malgrado essa, si intuisce, sebbene per ora non si possa dimostrare, che un principio deve esistere, capace di spiegare tutti ad un tempo i fenomeni cometari, e insieme coordinarli, e che la confusione, sotto alla quale essi si mostrano, è solo apparente, e dovuta alla limitazione delle nostre cognizioni, e della nostra mente. Nelle indagini fisiche si deve incessantemente, e con ogni sforzo evitare, che la limitazione delle cognizioni umane, quasi riflettendo sè stessa nei fatti naturali, trasporti nei medesimi le grettezze sistematiche: è assai meglio che la mente, tutta assorta nella contemplazione dell'ordine dei fatti, dichiari francamente alcuni di essi pel momento inesplicabili, e intanto faccia proprii i contorni grandiosi della natura.

Digitized by Google

III.

La Coda delle Comete.

Le code delle Comete si distaccano dalle chiome, e si spingono addentro allo spazio nella direzione della retta, che congiunge il Sole alla Cometa (raggio vettore), dalla parte al Sole opposta. Questo corrispondersi delle code delle comete, e del prolungamento del loro raggio vettore fu osservato primieramente da Apiano nel 1540, e confermato da tutte le osservazioni successive. Esso però non vuole essere preso in senso troppo letterale, e considerato come una vera coincidenza, ma interpretato largamente, come qualche cosa, che dà un' idea della posizione generale delle code nello spazio. In alcune comete queste non poco deviano dalla direzione determinata dal prolungamento del raggio vettore, ed in generale le code non si svolgono secondo linee esattamente rette, ma secondo curve più o meno sentite, e disposte in modo da rivolgere la loro concavità verso quella regione dello spazio, che la Cometa nel proprio movimento ha appena abbandonata.

Talora più code furono osservate in una stessa cometa. Fra tutte maravigliosa apparve la Cometa del 1744, la quale nella notte dal sette all'otto Marzo mostrò sei code, ciascuna larga quattro gradi in

Digitized by Google

media, e lunga fra i trenta e i quarantacinque. Nel loro insieme queste code prendevano sul contorno del capo della Cometa, opposto al Sole, uno spazio di circa sessanta gradi, ad una ad una avevano contorni proprii e decisi, ed erano dalle contigue separate per mezzo di spazii perfettamente oscuri. Pareva quasi, che una coda enorme, larghissima alla sua base, si staccasse dalla chioma, e quindi, tagliata in sei rami principali, si spingesse divergendo nello spazio.

La cometa del Gennaio 1824 mostrò due code, inclinate fra loro ad un angolo di 160 gradi, e quindi così disposte, che mentre l'una, normale, era opposta al Sole, l'altra, secondaria, ad esso era rivolta, apparenza strana, e veramente nuova nei fenomeni cometari. Il 23 Gennaio la coda normale era lunga sette gradi, la secondaria quattro; questa alla sua base era appena discernibile ed acquistava il suo più grande splendore a due gradi circa dal nucleo; verso la fine del Gennaio essa era interamente scomparsa. Secondo Schmidt anche la Cometa IV del 1864 mostrò, il 22 Gennaio, una coda secondaria, la cui direzione faceva con quella della coda principale un angolo di 115 gradi; secondo altri nella Cometa del 1861, di quando in quando, e solo per brevi intervalli di tempo, appariva una coda secondaria.

Le code verso la loro estremità superiore vanno generalmente allargandosi; quelle sottili, strette e non divergenti sono rarissime eccezioni. La loro massa appare talora in preda a strani commovimenti, e soggetta a variazioni rapidissime. Queste variazioni possono dipendere o da cangiamenti reali nelle code cometarie, oppure da un movimento di rotazione delle medesime intorno al loro asse, in

Digitized by Google

grazia del quale noi proiettiamo, e vediamo sul fondo del cielo parti successivamente diverse. Alcuni fatti paiono dare qualche fondamento a questa seconda ipotesi, ma il loro numero non basta ancora a darle il carattere di verità. Così Herschel osservò nella Cometa del 1811 alcune striscie luminose, le quali divenivano periodicamente invisibili, e suppose, che ciò fosse dovuto ad una rotazione dell'intero corpo della Cometa. Due fatti analoghi furono osservati da Dunlop, a Paramatta, e da Schmidt ad Atene. Secondo Dunlop la coda della Cometa, vista nel Dicembre 1825, risultava di cinque singoli rami, i quali si incrociavano, ed apparivano ad intervalli determinati di tempo intrecciati in modo speciale e determinato, come se il loro insieme fosse animato da una rotazione, che durasse diecinove ore circa. Secondo Schmidt la Cometa II del 1862 aveva una coda formata da più righe lucenti intrecciantisi fra loro, e il modo di questi intrecciamenti appariva successivamente diverso, fino a ritornare identico, dopo un periodo di tre giorni.

Le dimensioni delle code sono diversissime da una ad un'altra cometa, talora esse misurano pochi gradi, tal'altra si estendono ad una gran parte del cielo. La coda della Cometa del 1456 aveva un'ampiezza di sessanta gradi, e quindi prendeva una terza parte dell'arco massimo di cielo a noi visibile; nel 1618, ai tempi di Kepler, apparve una Cometa la cui coda misurò più che cento gradi, e le comete del 1843, 1858, 1861 abbracciarono colle loro code archi rispettivamente di sessant'otto, sessanta e centoventi gradi.

In una stessa cometa la lunghezza della coda passa per valori assai diversi; in qualche giorno da pochi

Digitized by Google

gradi sale ad occupare una parte sensibile del cielo, e le variazioni delle dimensioni apparenti delle code, quando sono tradotte, tenendo conto della distanza della Cometa dalla Terra, nelle variazioni reali, superano non di rado la potenza della nostra fantasia. La Cometa del 1858 ha già offerto uno splendido esempio di queste rapide variazioni nella lunghezza delle code; la coda della Cometa del 1664 misurava il 18 Dicembre cinquantasei milioni, il 26 Dicembre centoquattro milioni, il 2 Febbraio sei milioni di miglia geografiche, e si sa che di queste miglia, lunghe ciascuna 1852 metri, la circonferenza dell' equatore terrestre ne contiene solo ventun mila seicento; la lunghezza della coda della Cometa del 1577 era il 23 Novembre di venti milioni, il 10 dicembre di trentasei milioni, il 5 Gennaio di ventiquattro milioni, il 12 Gennaio di otto milioni di miglia geografiche.

Lunghesso l'asse longitudinale delle grandi code, ci ha sempre un minor splendore, anzi talora una riga perfettamente oscura. Le code appaiono divise, formate da due rami diversamente luminosi, aventi amendue però uno splendore decrescente dall'esterno all'interno. Un tempo ritenendosi il nucleo delle comete solido e perfettamente opaco, si credette essere la striscia nera centrale della coda null'altro, fuorchè l' ombra proiettata dal nucleo, intercettante per la sua opacità i raggi solari. Ma questa striscia centrale osservasi ancora nelle comete la cui coda fa un angolo sensibilissimo colla direzione del loro raggio vettore, e se essa fosse dovuta all'ombra proiettata dal nucleo, dovrebbe naturalmente coincidere sempre col prolungamento della linea, che congiunge il Sole alla Cometa. È assai più probabile quindi, che la

Digitized by Google

coda invece di essere un tronco di cono massiccio, quasi una continuazione materiale del capo della cometa, sia piuttosto un cono cavo vaporoso, trasparente e dotato di una debole luce propria. Necessariamente in questo caso, pel solo fatto che noi la vediamo proiettata sul fondo del cielo, essa deve apparire più lucente ai suoi contorni, che verso il suo mezzo.

Questa struttura speciale della coda fu chiaramente indicata dalla grande Cometa del 1811. Nei telescopi potenti vedevasi la sua chioma perfettamente sferica, isolata, e come sospesa nel fuoco di un paraboloide luminoso e trasparente. Essa aveva un colore debolmente verdazzurro, mostrava al suo centro un punto luminosissimo, il nucleo propriamente detto, e secondo Herschel il suo raggio misurava cento e quaranta mila miglia geografiche. Attorno alla Chioma, dalla parte riguardante il sole, si aveva prima una fascia relativamente oscura, attraverso alla quale si discernevano stelle piccolissime non punto affievolite, poi una seconda fascia luminosa larga quindici mila miglia, mentre la fascia oscura interna aveva una larghezza di soli cinque mila. Questa fascia luminosa non circondava la chioma per intero, ma dalla parte opposta al Sole (tav. IV) si prolungava in due braccia luminose e divergenti, le quali mantenevansi distinte in tutta la loro estensione, e allargandosi sempre più apparivano, verso il loro estremo, quasi come due fiumane luminose, coprenti una larga estensione di cielo. Essa formava per tal modo una coda singolarissima, composta di due ramificazioni abbraccianti fra loro uno spazio oscuro, e splendenti di una luce gialla, che faceva uno strano contrasto col colore verdazzurro della chioma.

Digitized by Google

IV.

La luce delle Comete.

A giudicare dalle descrizioni di alcune cronache antiche, la luce delle Comete dovrebbe essere qualche cosa di strano, che non trova riscontro in quella di nessun altro astro del cielo, qualche cosa, che difficilmente si può imaginare e descrivere. Così, secondo una cronaca del 1018, si vide in quell'anno, nella parte boreale del cielo, una lunga cometa di colore livido e minaccioso; secondo altra cronaca una stella straordinaria apparve nel 1265; somigliava ad una fornace ardente, e vomitava un denso fumo; la Cometa, che, nascosta più lustri nelle profondità arcane del cielo, appare solo per trasferire gli scettri ed abbattere i troni più solidi, spinse in quell'anno fino alla Terra i suoi raggi, emuli a quelli del Sole. Altrove si narra, che una Cometa, grande quanto il Sole, apparve tutta in fiamme; la sua massa era attortigliata a guisa di voluta, aveva un aspetto minaccioso, ed era meno una stella, che un nodo di fuoco. Nell'inverno del 839 fu visto il giorno 1 gennaio, poco dopo il tramonto del Sole, e nella costellazione dello Scorpione, il fuoco crudele di una Cometa.

Digitized by Google

A queste analoghe sono tutte le descrizioni antiche di comete, delle quali con poca fatica potremmo moltiplicare gli esempi, prendendoli ad imprestito dalla erudita Cometografia di Pingré. Esse tutte sono scritte con fantasia stranamente eccitata, e portano l'impronta evidente di quello sbigottimento, dal quale, in grazia dei pregiudizi allora dominanti ogni classe sociale, erano presi gli animi, alla vista di una cometa.

La luce delle Comete passa, durante la loro apparizione, per diversi ordini di intensità, ed è in diverse comete diversamente intensa. Alcune poche divengono visibili ad occhio nudo anche di pieno giorno, e tali furono quelle del 1402, del 1577, del 1743, del 1843, altre invece, anche nel momento del loro maggior splendore, possono essere vedute solo con telescopi potenti. In generale la luce delle Comete è più pallida, più sparsa e diffusa che non quella dei pianeti; non sempre essa è bianca; una tinta speciale, abbiam visto, fu osservata nella chioma, e nella coda della grande Cometa del 1811; la coda della Cometa, apparsa nel Novembre del 1618, era rossiccia, e, secondo Schmidt, la grande Cometa Donati era assolutamente giallognola.

Per gran tempo la vera natura della luce delle Comete rimase un enigma. Si credette in generale, che le Comete fossero, come i Pianeti, corpi assolutamente opachi, che ricevessero, come questi, la loro luce dal Sole, che, come essi, brillassero per luce riflessa, e che la grande diffusione della loro luce provenisse dall'essere in esse la materia in uno stato di estrema tenuità. Ove ciò fosse, dovrebbero le comete, in grazia del loro movimento, che non di rado

Digitized by Google

le porta fra il Sole e la Terra, mostrare delle fasi, analoghe a quelle della Luna, di Venere e di Mercurio. Ora alcuni sostengono, è vero, che Domenico Cassini osservò appunto tali fasi nella Cometa del 1744, ma Cassini pare accenni, piuttosto che a fasi nel vero senso della parola, alle trasformazioni, ed alle irregolarità della forma del nucleo nella Cometa, e d'altra parte Heinsius e Chezeaux, i quali amendue osservarono la Cometa stessa, affermano esplicitamente, che in essa nulla notarono di somigliante ad una fase. La medesima cosa vale per la Cometa del 1769; mentre Dunn parla delle sue fasi, Messier le nega recisamente. Vi è però la Cometa del 1819, cui Cacciatore vide sotto la forma della mezza Luna. Questa osservazione di Cacciatore sarebbe decisiva, se egli, osserva a ragione Littrow, non avesse ad un tempo soggiunto, che la linea di congiunzione degli estremi della mezza Luna coincideva colla linea retta condotta dal Sole alla Cometa, mentre a questa linea avrebbe dovuto essere perpendicolare, ove il fenomeno, osservato da Cacciatore, fosse stato una vera fase, analoga alle fasi lunari. Del resto, quand'anche esistessero, dovrebbe essere assai difficile osservare distintamente le fasi, in un corpo di struttura così complessa, e formato di tanti inviluppi, come è in generale il capo delle comete, e senza dubbio quelle, che qualche volta furono definite fasi cometarie, osservate con telescopi più potenti, sarebbero apparse nella loro vera natura, e dovute unicamente alle modificazioni incessanti dei nuclei e delle chiome.

Mancato l'argomento delle fasi cometarie, si credette per un momento di avere sotto mano un mezzo

Digitized by Google

sicuro di risolvere il problema della natura della luce delle comete, allorchè nella fisica si scoprì il fenomeno della polarizzazione della luce. Si sa, che la luce, quando viene riflessa dai corpi sotto angoli determinati, acquista proprietà speciali, dette di polarizzazione, le quali, una volta note, permettono poi di decidere, se una data luce è luce diretta o riflessa. Le osservazioni però di Arago sulla Cometa del 1819, e di altri sulle grandi comete posteriori, non valsero a risolvere per intero il problema della luce delle comete. Esse dimostrarono, che questa è in parte riflessa, ma se le comete risplendano per luce unicamente riflessa, e non abbiano pur traccia di luce propria, rimase ancora sospeso.

Era riserbato all' analisi spettrale, il risolvere in gran parte questo dubbio. Quando si ripensa alle grandi variazioni succedentisi nella costituzione fisica del capo delle comete, difficilmente si riesce a imaginare, come le medesime possano avvenire, senza svolgere contemporaneamente calore, e quindi luce. Partendo da questo punto di vista, si è naturalmente condotti ad ammettere nelle comete una luce propria, quand'anche debolissima, e le conclusioni dell'analisi spettrale [1] confermano questo concetto.

[1] Il lettore conosce i fatti principali sui quali si appoggia l'analisi spettrale o della luce. Fraunhofer, nel 1832, dimostrò che lo spettro della luce solare e delle stelle, prodotto da un prisma rifrangente, è una fascia luminosa, solcata trasversalmente da righe oscure, le quali conservano sempre fra di loro i medesimi rapporti d'ordine e di intensità, ed occupano sempre le medesime posizioni relativameute ai colori dello spettro.

Wheatstone, nel 1835, dimostrò, che lo spettro, prodotto

Digitized by Google

Huggins potè sottoporre ad una ricerca rigorosa la Cometa I del 1866. Egli trovò, che, il giorno 9 Gennaio, la luce del nucleo era diversa da quella della chioma; quello risplendeva per luce propria, ed era allo stato di gas incandescente; alla sua luce non poteva in nessun modo essere ridotta, e paragonarsi l'altra della chioma; la coda era luminosa solo per luce riflessa, rimase perciò indeciso, se questa le venisse dal nucleo o dal Sole.

Più precisamente di ogni altra, dal punto di vista spettrale, fu esaminata la Cometa II del 1860. Il giorno 21 Giugno, allorchè essa apparve con un nucleo, simile ad una stella di sesta grandezza, il suo

dai vapori incandescenti di un metallo, è invece una fascia oscura, interrotta da righe luminose, le quali hanno caratteri speciali, dipendenti dalla natura del metallo, e così marcati, che si possono facilmente distinguere i metalli, gli uni dagli altri, per mezzo dello spettro dai medesimi prodotto.

Kirchhoff nel 1861 colpì l'anello, che congiunge questi due ordini di fatti ben distinti, e dimostrò che da una data sostanza vengono appunto assorbiti quei raggi medesimi, cui essa emetterebbe, se fosse in istato luminoso. Così il sodio allo stato luminoso produce nello spettro una riga gialla caratteristica: se invece lo si mantiene allo stato di vapore, e si fa passare attraverso al medesimo un raggio luminoso, prima che questo raggiunga il prisma, esso produce nello spettro una riga oscura, là dove prima ne produceva una gialla; la riga luminosa dapprima viene cangiata *rovesciata* in una riga oscura dappoi. Tali sono i fatti fondamentali della spettroscopia; per essi se si giunge a osservare contemporaneamente, a giustapporre lo spettro di un metallo e quello d'un altro corpo luminoso, d'una cometa ad esempio, si potrà dalla natura dei due spettri giudicare sulla natura della materia, che forma il corpo luminoso.

Digitized by Google

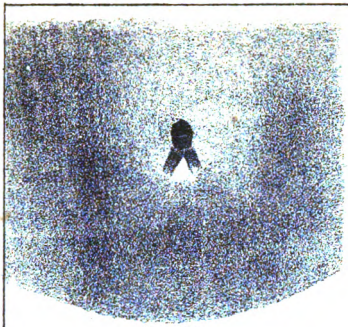
spettro nelle ricerche fatte all'Osservatorio del Collegio Romano, mostrò tre striscie vivamente luminose; quella, nel color verde dello spettro, apparve dapprima coincidere prossimamente colla riga caratteristica del magnesio, ma quando si paragonarono le misure fatte cogli spettri normali di Angström, si trovò lo spettro proprio del carbonio così analogo, a quello della Cometa, che Secchi inclinò a credere, essere la materia, in questa risplendente, null'altro che carbonio.

La Cometa di Brorsen mostrò uno spettro analogo, sebbene non letteralmente identico, a quello testè descritto, ed Huggins trovò ancora lo spettro della Cometa II 1868, risultante da tre striscie luminose, e constatò del pari la sua identità collo spettro del carbonio, quando questo però viene sottoposto ad una temperatura speciale. Tutte le osservazioni posteriori hanno riconosciuto nelle comete una luce propria, ed una luce riflessa, imprestata in generale dal Sole, inoltre uno spettro di natura analoga a quella osservata da Secchi e da Huggins.

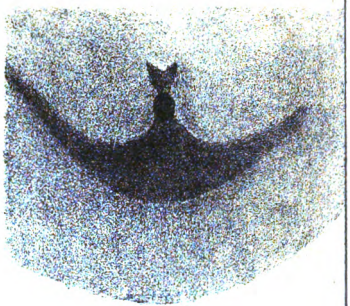
Digitized by Google

Nuclei e chiome di alcune Comete

Tav. IV

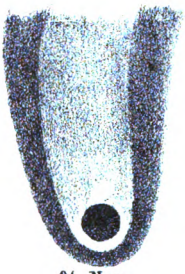


3 Febb.

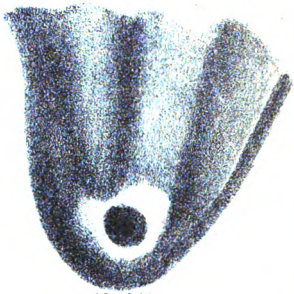


15 Febb.

Cometa del 1744 sec.ᵒ Heinsius



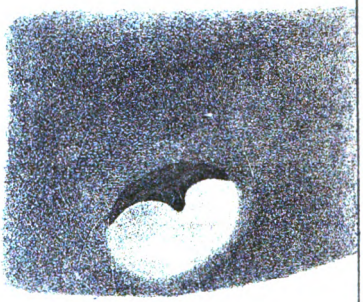
21 Nov.



16 Ott.

Grande Cometa del 1811 sec.ᵒ Harding

Cometa III 1825 sec.ᵒ G. Herschel



Cometa Halley 1835 sec.ᵒ Bessel

Digitized by Google

Digitized by Google

V.

La distanza delle Comete dalla Terra e il loro movimento nello spazio.

Le comete, nei diversi istanti di loro apparizione, passano a distanze diversissime dalla Terra. Ad esempio, quando si prenda per unità la distanza media dal Sole alla Terra (raggio dell'orbita terrestre), la grande Cometa del 1858, allorchè fu primamente veduta, il giorno 2 Giugno, era ad una distanza espressa dal numero 2,33; si avvicinò in seguito sempre più al nostro pianeta, finchè, raggiunta verso il 10 Ottobre la sua distanza minima 0,54, prese ad allontanarsene, ed il giorno 10 Marzo 1859 era ad una distanza 3,16: distanza enorme, quando si pensa, che il raggio dell'orbe terrestre misura 83 milioni di miglia geografiche italiane.

Le distanze delle altre comete seguono tutte un andamento analogo; non già che tutte le comete ugualmente si avvicinino, o si allontanino dalla Terra, chè anzi alcune di esse possono avvicinarsi assai più, rasentarla, incontrarla anche, ma tutte in qualche punto della loro corsa visibile raggiungono distanze di un ordine planetario, distanze che da sole bastano

Digitized by Google

a persuadere, essere le comete corpi affatto indipendenti dalla Terra, e dall'atmosfera terrestre, avere esse un'esistenza propria, ed appartenere alla classe dei corpi celesti.

Le comete vanno pel cielo senza direzione apparentemente determinata; alcune dirigono il loro cammino da mezzogiorno a settentrione, altre invece da settentrione a mezzogiorno; alcune vanno da oriente ad occidente, altre in una direzione affatto opposta; moltissime prendono direzioni intermedie a queste principali. Non si muovono in modo uniforme e costante; a tratti accelerano, a tratti ritardano il loro movimento; qualche volta cambiano anche bruscamente di direzione; tale che tendeva, ad esempio, verso oriente, si arresta, declina a mezzogiorno, e riprende poi suo cammino verso occidente. Par proprio, che esse errino a caso attraverso alle stelle del cielo, ma l'apparente confusione del loro andare è una conseguenza necessaria del loro movimento reale, combinato con quello contemporaneo della Terra, ossia dell'occhio dell'osservatore.

Le comete descrivono intorno al Sole, come intorno a fuoco, delle orbite ellittiche, seguendo al pari dei pianeti, le leggi della gravitazione universale, trovate da Kepler, e dimostrate da Newton. Solo che, mentre i pianeti si muovono in orbite prossimamente circolari, pochissimo e solo mediocremente eccentriche, le comete si muovono in orbite fortemente ellittiche ed eccentriche, in orbite tali cioè, che il Sole occupa in esse una posizione dissimmetrica, assai lontana dal punto centrale. Le comete, per la massima parte, sono visibili solo in quel tratto della loro orbita, che è più prossimo al Sole, e que-

Digitized by Google

sto tratto di un'orbita fortemente ellittica può senza errore sensibile, essere scambiato con un tratto di parabola, avente ancora il Sole per fuoco.

Questi pochi fatti, or ora brevemente e semplicemente ricordati, costituiscono però un insieme di verità, rimaste le più lungamente impenetrabili alla scienza, ed alla mente umana. Non è necessario risalire molto addietro nel tempo, per rinvenire l'epoca in cui essi erano perfettamente ignoti, e in cui tutto quanto si affermava, e si credeva delle comete, era errore. Ancora sul principio del secolo decimosesto le comete erano universalmente credute fenomeni fugaci, meteore luminose, originantisi e svolgentisi nell'atmosfera terrestre; non si credeva, che esse potessero innalzarsi fino alla Luna, poichè il loro movimento, si diceva, che si compie senza legge apparente alcuna, troverebbe un ostacolo insormontabile nella solidità dei cieli; non si credeva, che esse fossero più elevate dell'atmosfera terrestre, poichè al di là di questa, dicevasi ancora, domina assoluto il vuoto, nè può in questo generarsi cosa alcuna.

Solo verso la fine del secolo decimosesto, dopochè Regiomontano ebbe pensato, che ove le Comete fossero assai vicine alla Terra, dovrebbero da punti diversi di questa, ed abbastanza lontani fra di loro essere proiettate, e quindi viste in punti diversi del cielo; sopratutto, dopo le preziose osservazioni di Ticone, comincia a incontrarsi l'idea, che le comete possono essere dalla Terra più distanti, che la Luna. Tale era l'opinione di Ticone, e in sul cominciare del secolo decimosettimo prevalse universalmente il principio che le comete possono essere indifferentemente al di qua, o al di là della Luna, anzi le si distinsero

Digitized by Google

in sublunari, e translunari; quelle, si diceva, sono meteore fugaci, generate dalle esalazioni terrestri, queste si formano in grazia di una semplice condensazione delle parti le più pure della materia celeste.

Le osservazioni di Ticone avevano innalzate le comete al di sopra della sfera della Luna, e generato una più giusta idea della loro distanza dalla Terra, ma la vera natura del movimento delle comete rimase a Ticone e per qualche tempo anche a' suoi successori, del tutto ignota. Ticone astronomo pratico abilissimo, e di gran lunga superiore a suoi contemporanei, non seppe svincolarsi per intero dalle tradizioni peripatetiche, a suoi tempi ancora dominanti. Egli non volle adottare che in parte il sistema di Copernico: ritenne la Terra tuttavia fissa ed immobile nel centro dell'Universo; imaginò che il Sole si muovesse in un'orbita circolare attorno alla Terra, e fosse ad un tempo il centro mobile di altrettanti circoli, lunghesso le circonferenze dei quali i rimanenti pianeti si aggirassero in modo immediato attorno al Sole, e con questo in modo mediato attorno alla Terra.

Ticone che, per le sue osservazioni sulla distanza delle comete, aveva come sentita la natura planetaria delle medesime, le fece girare in orbite circolari attorno al Sole, e rimanendo fedele al proprio sistema, tentò con esso di spiegare il movimento da lui stesso osservato della Cometa apparsa nel 1577. Sulla stessa Cometa Mastlin, contemporaneamente a Ticone, fondò le proprie indagini, e, seguendo il sistema puro e semplice di Copernico, si studiò di ridurre del pari ad un'orbita circolare il corso delle comete.

Kepler, succedendo a Ticone e Mastlin, non accettò

Digitized by Google

le loro idee sulle orbite cometarie. Le apparenze osservate nel corso delle comete, la loro velocità variabile, il loro arrestarsi, il loro cangiare repentino di direzione non si possono spiegare, supponendo semplicemente l'orbita loro circolare. Kepler intuì, che muovendosi la Terra, e non essendo le comete a distanze infinite da essa, quello che noi vediamo, non è il moto reale delle comete, ma solo qualche cosa di complesso, risultante dai due movimenti reali della Terra e delle comete insieme combinati. In una serie di trenta teoremi studiò il modo di spogliare il movimento apparente delle comete di quella parte dovuta al movimento contemporaneo della Terra, ed ammise, che il corso reale delle comete si fa lunghesso traiettorie rettilinee.

Con questi principii Kepler spiegò con sufficiente approssimazione tutte le circostanze del movimento delle comete osservate nel 1607 e nel 1618. Questo fatto non deve maravigliare: le orbite delle comete non sono rettilinee, ma per alcune di esse, il breve tratto visibile meglio che da ogni altra linea, che non sia la vera, può essere rappresentato approssimativamente dalla retta; tali furono per caso le traiettorie studiate da Kepler, mentre altre esistono, colla linea retta anche per breve tratto assolutamente incompatibili. Del resto Kepler giustamente ritenne, che le comete attraversano nel loro corso le sfere di più pianeti, che esse possono, portate dal loro movimento, moltissimo avvicinarsi alla Terra; colla sua ipotesi rettilinea ne spiegò il movimento assai meglio di quanti l'avevano preceduto, ma non colpì la vera natura delle orbite delle comete, forse in questa questione troppo preoccupato dalla natura fisica, ed enigmatica di questi corpi strani.

Digitized by Google

Con Gassendi, con Galileo la teoria del movimento delle comete non fece progresso alcuno. Gassendi divise per intero le idee di Kepler, Galileo nulla in proposito pensò, o disse, che faccia onore al suo grande ingegno. Domenico Cassini osservò nella notte dal 17 al 18 Dicembre e nella successiva la Cometa apparsa nel 1664. Appoggiato a queste due sole osservazioni, tracciò arditamente sopra un globo celeste la traiettoria, che la Cometa doveva seguire. Dopo una quarta osservazione che egli fece il giorno 22, assicurò, che la Cometa non aveva ancora raggiunta la sua più grande prossimità alla Terra, il giorno 23 osò predire, che solo verso il 29 la Cometa avrebbe raggiunta la sua minima distanza dalla Terra, che la Cometa si sarebbe per qualche tempo soffermata nella costellazione di Ariete, e in seguito avrebbe preso a muoversi in senso retrogrado, ed in direzione opposta alla primitiva. Queste predizioni furono confermate dal fatto, ma esse erano fondate sull'ipotesi del movimento rettilineo delle comete. Cassini non ammetteva il sistema di Copernico, riteneva che le comete, antiche quanto il mondo, si muovono attorno alla Terra in orbite assolutamente circolari, descrivendo archi uguali in tempi uguali; riteneva che queste orbite sono collocate in modo estremamente eccentrico rispetto alla Terra, che di esse noi vediamo solo il tratto più prossimo al nostro pianeta, che esse infine hanno un diametro tanto grande, che quella piccola parte, lungo la quale la cometa si rende visibile, può senza errore scambiarsi colla sua tangente.

Secondo Hevelke, più comunemente Hevelius, il movimento delle comete dovrebbe essere uniforme e

Digitized by Google

rettilineo, ma in grazia delle modificazioni, che la loro massa subisce in sul principio e in sul finire della loro apparizione, le loro orbite si inflettono verso il Sole, e divengono curvilinee. Sulla Terra le palle di cannone, i razzi, le acque cadendo, tutti i corpi lanciati prendono a muoversi secondo parabole. L'analogia porta Hevelke a credere, che anche le orbite delle comete si incurvino secondo altrettante parabole. Sebbene in realtà alla parabola si riduca la massima parte delle orbite cometarie, non si può attribuire ad Hevelke il merito di avere penetrata la vera natura del movimento delle comete; la sua è una affermazione conforme al vero, non già una dimostrazione del vero.

L'onore di questa dimostrazione appartiene per intero al genio immortale di Newton. Fisico, geometra, astronomo ad un tempo egli studiava da solo la natura nella natura stessa; sublime nelle sue vedute, semplice ne' suoi principî, profondo nelle sue ricerche, solido ne' suoi ragionamenti, guardingo nelle sue affermazioni egli era nato per gettare lo sguardo più profondo, che a mortale sia mai stato concesso, negli arcani profondi della natura. Egli aveva penetrato il mirabile meccanismo del sistema solare, aveva spiegato la natura delle orbite che la Terra, e i pianeti tutti descrivono attorno al Sole, quando apparve la grande Cometa del 1680. La natura del suo movimento non poteva sfuggire alla prepotenza dell'ingegno di Newton.

Le Comete, egli disse, non sono altro che pianeti. Le orbite delle comete sono ellittiche come quelle dei pianeti; il Sole è posto in un fuoco comune a tutte queste orbite; il movimento delle comete è re-

Digitized by Google

golato dalle leggi di Kepler, così come quello dei pianeti; infine le comete nei loro movimenti sono soggette alle stesse perturbazioni che i pianeti. Noi vediamo le comete assai più di rado che non i pianeti, perchè la loro ellisse è grandemente allungata; noi le vediamo nella parte inferiore della loro orbita; per la loro grande distanza esse sfuggono poi per anni e anni, anzi per secoli alla nostra vista. L'orbita di Venere è quasi circolare; quelle della Terra, di Giove, di Saturno, di Marte, si allontanano un poco più dal circolo, quella di Mercurio è sensibilmente allungata, quelle delle Comete sono ancora più allungate, che quella di Mercurio. La differenza non è che di più o meno; una leggera variazione nel rapporto delle forze centrifughe e centripeta, può produrre differenze ancora più considerevoli. Se in ogni punto dell'orbita queste due forze sono uguali, l'orbita è circolare, se prevale l'effetto della forza centrifuga, l'orbita diventa infinita, il pianeta sfugge e si allontana indefinitamente dal Sole [1].

Conosciuta la natura delle orbite cometarie, bisognava ancora individualizzare le medesime, trovare modo cioè di determinare il carattere proprio dell'orbita di una data Cometa. Per i pianeti questo è facile; i pianeti sono visibili in tutto il loro corso, la sola osservazione basta a dare una prima e lontana determinazione delle loro orbite, ma per le comete, visibili in un tratto minimo del loro corso, l'osservazione non basta più. Newton riflette che l'ellisse descritta dalle comete è estremamente allun-

[1] PINGRÉ, *Cométographie ou traité historique et théorique des Comètes.*

Digitized by Google

gata, e che in una tale ellisse il tratto che è verso i due fuochi non differisce sensibilmente dal tratto analogo della parabola. Il calcolo di una parabola è assai più facile che quello di una ellisse; Newton propone di riguardare come un tratto di parabola, il tratto ellittico descritto dalla Cometa durante la sua apparizione; si scelgono tre osservazioni, si cerca di rappresentarle con una parabola, e la parabola, così determinata, rappresenta con approssimazione sufficiente il corso intero della Cometa.

Newton pubblicò le sue idee nel 1686; esse assegnano un posto alle comete nell'universo, determinano e dimostrano la natura ellittica delle orbite cometarie, insegnano il modo di rappresentare, per mezzo di un arco di parabola, il corso visibile delle comete, e formano nel loro insieme un vero sistema appoggiato contemporaneamente ai fatti e al raziocinio, sistema che da solo basterebbe a dimostrare la profonda e vasta intelligenza di Newton, se questa non avesse più potentemente, e splendidamente affermata sè stessa nel sistema più vasto e complesso dal Sole.

Passati molti anni dacchè Newton aveva insegnato alla gente il suo sistema, gli eruditi trovarono del medesimo alcune traccie anteriori. In un libro stampato già nel 1681, Giorgio Samuele Doerfell, ministro in un paese dell'alta Sassonia, dopo di avere date le proprie osservazioni della Cometa del 1680, dimostra, che il suo movimento non poteva essere spiegato da alcuna delle ipotesi allora esistenti, afferma esplicitamente, che la sua orbita era parabolica, pone il Sole nel fuoco di questa parabola, e attribuisce una simile orbita a tutte le comete. Da

Digitized by Google

queste parole di Doerfell, al sistema cometario di Newton corre troppo gran tratto, nè si può pretendere che Doerfell abbia conosciuta la vera natura del movimento delle comete. Le orbite delle comete non sono esattamente paraboliche; solo con una parabola può scangiarsi il tratto percorso dalla più gran parte delle comete nelle loro apparizioni; le leggi fisiche inoltre del movimento delle comete sono perfettamente ignote a Doerfell; nelle parole di Doerfell si incontra una traccia, una divinazione parziale del sistema cometario Newtoniano, nulla più. A questo sistema assai prima di Doerfell si era avvicinato il matematico italiano Borelli, anzi il barone Di-zach in una nota eruditissima, inserita nel *Zeitschrift für Astronomie vol. III anno* 1817, afferma essere Giovanni Alfonso Borelli il primo scopritore della vera teoria delle comete.

Borelli, nato a Napoli nel 1608, fu professore all'Università di Pisa, ed il suo lavoro principale *De motu animalium* porta l'impronta di una mente, e di un matematico di primo ordine. Stampò una lettera indirizzata al P. Stefano De-Angelis, professore di matematiche a Padova, *sul movimento della Cometa apparsa il mese di Dicembre* 1664, e la sottoscrisse col finto nome di Pier-Maria Mutoli, senza dubbio per sfuggire alle noie e persecuzioni de' suoi tempi. Di questa lettera, divenuta oggi rarissima, non ci fu mai possibile avere tra mano un esemplare. Secondo Zach, in essa Borelli, dopo di avere dimostrato l' incoesistenza del movimento della Cometa coi sistema di Tolomeo e di Ticone, si sofferma alquanto sul sistema di Copernico, cui egli, sempre nell' intento di non dare appiglio troppo apparente

Digitized by Google

alla censura, chiama pitagorico. Spiega dapprima il movimento annuo della Terra attorno al Sole, e dimostra, che quand'anche la Cometa non avesse avuto moto proprio, ne avrebbe tuttavia avuto uno apparente prodotto appunto dal movimento della Terra. In seguito attribuisce alla Cometa un moto proprio in un piano inclinato a quello dell'orbita terrestre (eclittica); per mezzo di esso dà ragione di tutti i particolari osservati nella direzione del movimento della Cometa del 1664; spiega come essa si sia avvicinata alla Terra, come se ne sia allontanata, come sia passata dall'emisfero australe a quello boreale del cielo, e soggiunge, che molte altre cose potrebbe ancora dimostrare, fra le quali che la Cometa solo in apparenza percorse un arco di circolo massimo, che in realtà si mosse per una ellisse o per altra linea curva; che però non potendo egli questo fare in poche parole, e senza il soccorso di molte figure lo rimandava ad altra occasione.

Queste dimostrazioni promesse da Borelli non si conoscono; forse esse giacciono sepolte in qualche biblioteca od archivio; è ben certo però, che egli applicò i principii delle medesime, col miglior successo, alla Cometa del 1664, poichè in una lettera scritta il 4 Maggio 1665 al principe Leopoldo di Toscana egli dice esplicitamente, che il vero movimento della Cometa si fece non in una linea retta, ma in una curva somigliante maravigliosamente ad una parabola, e che ciò si può dimostrare non solo col calcolo, ma ancora per mezzo di un esperimento meccanico, cui egli ripeterà a Firenze avanti al principe stesso.

Non si può quindi negare, che Borelli abbia avuto

Digitized by Google

un concetto chiaro e vero della teoria delle comete; come Newton egli ritenne ellittiche le orbite cometarie, e sostituì solo per facilitazione di calcolo all'ellisse la parabola, ma si ignora compiutamente la natura delle sue dimostrazioni, nè si può pur pensare, che egli come Newton abbia, per mezzo delle leggi dell'attrazione universale, dimostrato il vero posto occupato dalle comete nel sistema del Sole.

Digitized by Google

VI.

Le apparenze delle comete in rapporto al loro movimento.

Le comete, per la natura stessa delle orbite loro, sono a distanze dal Sole successivamente diverse; per un certo intervallo di tempo esse gli si avvicinano, raggiungono una distanza minima (perielia), indi se ne allontanano. Il punto delle orbite cometarie più prossimo al Sole vien detto perielio, mentre col nome di afelio si usa designare il loro punto più lontano; le comete divengono visibili appunto in quel tratto della loro orbita, che è attiguo al perielio. Alcune cominciano ad apparire a qualche distanza da questo punto, e, oltrepassato il medesimo, continuano a mostrarsi ancora per qualche tempo; tale ad esempio fu la grande Cometa del 1858; altre appaiono quando già sono vicinissime ad esso, e in generale si lasciano poi vedere per breve tempo.

Tutte le comete indistintamente però acquistano maggior splendore durante il loro passaggio pel perielio, sicchè, conosciuti gli elementi determinanti l'orbita d'una data cometa, si possono preventivamente calcolare le fasi della sua intensità luminosa.

Digitized by Google

Par quasi che questa in tutte le comete si esalti al loro avvicinarsi al Sole, le telescopiche divenendo assai più splendenti, le maggiori gettando fuori le loro code prodigiose, talora anche in modo inaspettato e repentino. La grande Cometa del 1861 apparve improvvisamente sugli orizzonti dell' emisfero boreale della Terra, la sera del 30 Giugno. Il padre Secchi a Roma osservò, in quella sera, una immensa colonna di luce argentea sorgere al Nord-Ovest così vasta ed alta, che egli per un istante la scambiò col fumo di qualche fuoco artificiale, di cui non molto dianzi (giorno di S. Pietro) si facevano sentire le esplosioni in città. Non tardò a riconoscere in quella colonna luminosa una cometa; questa durante i giorni anteriori era avvolta nei raggi solari, sorgeva e tramontava col Sole; quando apparve dopo il tramonto di questo, essa da poco tempo aveva oltrepassato il perielio della sua orbita, ed apparve [1] con un immenso strascico di luce, largo almeno quanto la Via Lattea, ma di essa assai più vivo. Il capo della Cometa era già sotto all' orizzonte, e la coda colla sua parte più larga sorpassava di dieci gradi la stella polare; questa parte era a modo di ventaglio, largo otto gradi, e sensibilmente retto o piuttosto fusiforme, restringendosi un poco verso la sommità, ove era largo circa sei gradi. Ad un terzo circa della larghezza contando da levante, la coda prolungavasi in una specie di gran raggio o trave molto meno lucente del resto, largo poco più di un grado e mezzo e molto meglio terminato dal

[1] Secchi, *Osservazioni e ricerche sulla grande Cometa del Giugno* 1861.

Digitized by Google

lato di levante che da quello di ponente; passava rasente ad *alfa* della Lira, e prolungavasi fino al primo ramo della Via Lattea sul parallelo di *zeta* dell'Aquila, ove comunemente si vedeva terminare, benchè in alcuni momenti paresse prolungarsi fino al secondo ramo della Via, vicino alla stella *teta* del Serpente, abbracciando per tal modo un arco enorme di 118 gradi costantemente, e talora ad intervalli un arco di 138 gradi.

Non tutte però, a dire il vero, le apparenze dello splendore delle comete si lasciano spiegare per mezzo delle distanze loro dal Sole. Schmidt osservò ad Atene nella Cometa III 1860 una variazione periodica di splendore, i cui massimi succedettero il 27 Giugno, il 6, il 12 e il 23 Luglio. Klein paragonò fotometricamente la grande Cometa del 1861 colla stella *delta* di Boote, e le sue osservazioni mostrarono non dubbie variazioni di splendore, a cui spiegare è insufficiente la considerazione del movimento della Cometa nella propria orbita. La Cometa II 1862 cambiava, ancora secondo Schmidt, periodicamente il suo splendore, ed il periodo di questa variazione durava due giorni e mezzo. Sebbene, nello stato presente delle nostre cognizioni, sia assai difficile l'assegnare la causa di queste deviazioni di splendore, da quello calcolato per mezzo degli elementi dell'orbita, pure delle medesime, dopo le osservazioni di Schmidt e di Klein, non si può a ragione dubitare.

Un altro fatto, sebbene finora non interamente constatato, si riferisce alle apparenze delle comete in rapporto al loro movimento. Già Hevelke credeva di potere conchiudere dalle proprie osservazioni, che il diametro della chioma delle comete cresce, cre-

Digitized by Google

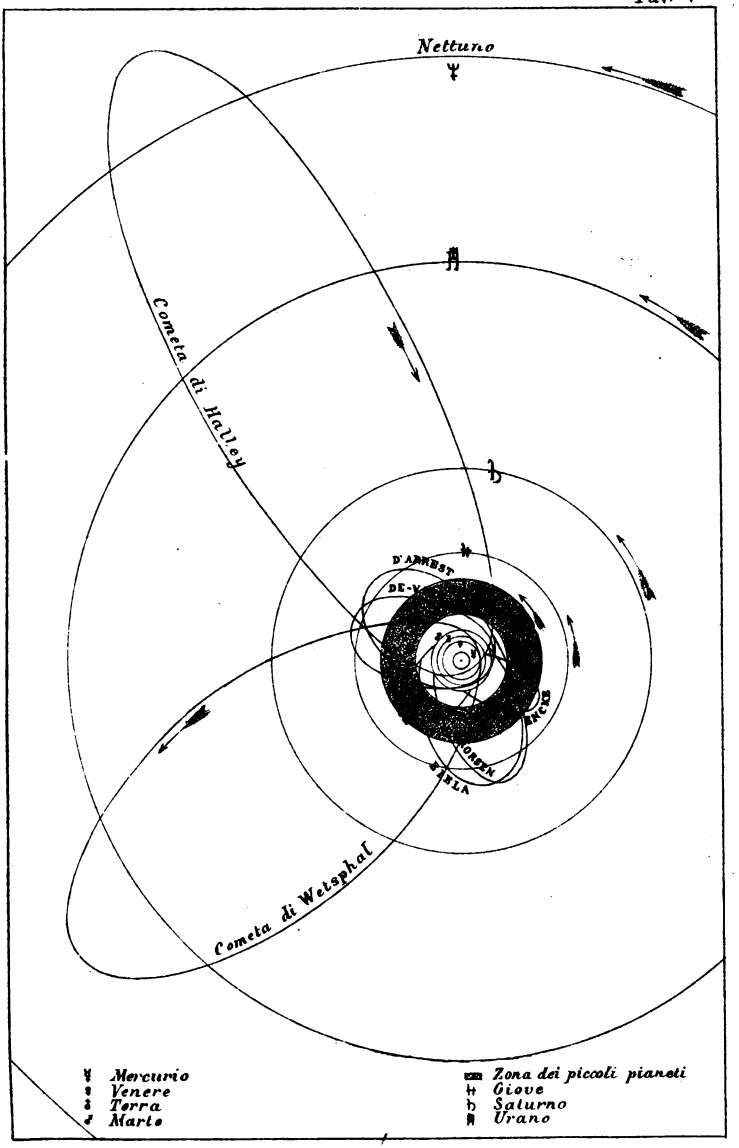
scendo la distanza di queste dal Sole, e Newton aveva in proposito una identica opinione. In questi ultimi tempi si sono fatte a questo riguardo alcune osservazioni, specialmente sulla cometa di Encke, Schmidt radunando tutte le misure fatte dei diametri di questa Cometa in cinque gruppi, ottenne il seguente quadro, nel quale le distanze della Cometa dal Sole sono date in raggi dell'orbe terrestre, e i diametri corrispondenti della Cometa in miglia geografiche.

Distanze della Cometa dal Sole	Diametri della Cometa.
1,714	25000
1,084	23000
0,916	16000
0,6·9	12000
0,535	9000

Questi numeri sono per intero conformi all'idea di Hevelius poc'anzi ricordata; essi però non bastano a darne una dimostrazione inappellabile.

La Cometa di Encke appare, come la più gran parte delle telescopiche, confusa, indeterminata a suoi contorni; le misure dei suoi diametri sono quindi difficilissime. Essa inoltre, all'epoca della sua massima prossimità al Sole, non può più essere osservata a notte fatta, ma solo poco lungi dal Sole nella luce crepuscolare, e questa potrebbe benissimo rendere invisibile all'occhio la parte periferica più tenue, e diffusa della sua chioma. Una dimostrazione necessaria e rigorosa del fatto, reso verosimile dalla Cometa di Encke, bisogna quindi aspettarla da altre comete e da ulteriori osservazioni.

Digitized by Google



Orbite dei pianeti
e di alcune comete periodiche

Digitized by Google

Digitized by Google

VII.

Le Comete periodiche.

Newton propose di determinare solo un breve tratto delle orbite cometarie, quello cioè attiguo al perielio, e suscettibile di essere scambiato, senza errore sensibile, con un arco di parabola. Se però questo tratto, così determinato, riesce identico, per comete diverse, osservate a qualche intervallo di tempo, non vi è ragione di dubitare, che esso non possa appartenere, e riferirsi ad una unica cometa, la quale con certo periodo torni a mostrarsi. In tal caso, essendo naturalmente nota la durata di questo periodo, ossia il tempo, trascorso il quale, la cometa ritorna ad occupare il perielio della sua orbita, diventa facilissimo determinare, per mezzo della seconda legge di Kepler [1], la distanza media della cometa dal Sole, e quindi tutti gli elementi dell' ellisse dalla medesima percorso intorno a quest' ultimo.

Edmondo Halley, nato a Londra nel 1656, contemporaneo e degno amico di Newton, prese a calcolare,

[1] I quadrati dei tempi di rivoluzione stanno fra loro nel rapporto dei cubi dei semi grand' assi.

Digitized by Google

col metodo di questi, le orbite paraboliche di ventiquattro comete, delle quali potè raccogliere osservazioni sufficienti. Egli trovò, che le comete osservate nel 1531, nel 1607 e nel 1682 avevano presso a poco seguito una medesima strada; strada che stando alle descrizioni anche incomplete, lasciate dagli scrittori di cronache, doveva avere del pari percorso la Cometa apparsa nel 1456. Gli intervalli di tempo trascorsi fra le apparizioni di queste comete sono prossimamente gli stessi, ed Halley non tardò a persuadersi, che i medesimi si riferivano ad una stessa ed unica cometa, la quale, avendo un periodo di settantacinque anni circa, era successivamente apparsa negli anni 1456, 1531, 1607-1682, e sarebbe per conseguenza ridivenuta visibile verso la fine del 1758, o verso il principio del 1759.

Venne quest' epoca. Già Halley aveva notato che il periodo, corso fra l' apparizione del 1531 e quella del 1607, era di 585 giorni diverso da quello trascorso fra le apparizioni del 1607 e del 1682, e ad un tempo attribuito tale differenza all' azione di Giove e Saturno, i due pianeti maggiori del nostro sistema. Si sa che l' attrazione è una proprietà generale della materia, che il Sole attrae a sè tutti i pianeti e ne è ad un tempo attratto, che i pianeti si attraggono l' un l'altro, alterando con questa loro azione e reazione reciproca il movimento, che essi ricevono dal Sole; non v' è dubbio che questa azione perturbatrice dei pianeti deve parimenti farsi sentire sul movimento delle comete. Clairaut, illustre matematico nato a Parigi nel 1713, avendo per mezzo di una profonda analisi trovato modo di calcolare queste influenze perturbatrici dei pianeti, ne fece un' applica-

Digitized by Google

zione alla Cometa preannunziata da Halley, cercando di determinare esattamente le alterazioni, che l'orbita della medesima poteva avere sofferto in grazia dell'azione riunita di Giove e di Saturno. Egli trovò che il periodo della rivoluzione della Cometa era allungato di cento giorni dall'azione di Saturno, di cinquecento e diciotto dall'azione di Giove, che la Cometa non avrebbe per conseguenza rioccupato il medesimo punto della propria orbita, se non dopo 76 anni e 211 giorni, e che, essendo essa passata pel perielio il giorno 14 Settembre 1682, avrebbe probabilmente raggiunto il prossimo perielio il giorno 13 Aprile 1759.

La Cometa apparve come Halley aveva predetto verso la fine del Dicembre 1758, toccò il proprio perielio il giorno 13 Marzo 1759. Nella storia delle scienze nessun fatto si incontra, che per importanza possa eguagliarsi al ritorno di questa Cometa, a ragione chiamata di Halley. Esso portò il sistema di Newton al più alto grado di evidenza del quale era capace; la differenza fra l'istante del passaggio al perielio calcolato da Clairaut, e quello realmente osservato si spiega in parte pel metodo di approssimazione seguito da Clairaut ne' suoi calcoli, in parte per la massa di Saturno ai tempi di Clairaut ancora imperfettamente nota, in parte per l'azione di Urano, la cui esistenza solo più tardi fu dimostrata da Herschel; ma le vedute stupende di Newton sul sistema del Sole, sulla parte che in esso occupano le comete, sulla gravitazione universale sono perfettamente conformi alla natura, e quind'innanzi inappellabilmente dimostrate, e poste sulla base inconcussa dei fatti.

Digitized by Google

La Cometa di Halley è la prima, che siasi riconosciuta periodica, e sotto ogni punto di vista occupa nella storia delle comete il primo posto. Di essa si possono nelle cronache rintracciare le apparizioni risalendo fino al principio della nostra êra; secondo Laugier ed Hind le comete apparse 12 anni prima di G. C. e negli anni 66, 141, 218, 295, 373, 451, 530, 608, 684, 760, 837, 912, 989, 1066, 1145, 1223, 1301, 1378 dell'Êra volgare sono altrettante apparizioni della Cometa di Halley. La sua apparizione nel 1456 è la prima ben constatata, e che abbia dato luogo a vere osservazioni astronomiche.

Apparve in quell'anno nelle costellazioni del cielo, che vanno dal Toro fino al Leone, ed ebbe uno splendore inusitato; la coda nel suo massimo svolgimento misurò sessanta gradi, e verso la sua estremità si allargò a guisa di coda di pavone. Dopo apparve meno grande e splendente nel 1531, e fu osservata da Pietro Apiano; apparve nel 1607 e fu osservata da Kepler, Longomontano, Harriot e Torporley. Secondo Kepler verso la fine di Settembre la sua coda era debole, appena discernibile, il suo capo era uno sferoide non interamente rotondo, grande come Giove, con luce però debole, pallida, simile a quella della Luna, quando si trova avvolta nella penombra della Terra; pochi giorni dopo la sua coda divenne più distinta; essa però mutava alternativamente; in generale breve, cresceva in alcuni momenti e repentinamente diveniva assai lunga.

La Cometa di Halley apparve ancora nel 1682, e fu l'occasione delle celebrate indagini di chi le diede il nome; apparve nel 1759 e fu osservata da Cassini de Thury, da Maraldi, da Lacaille, da Lalande; ap-

Digitized by Google

parve infine nel 1835, e il lettore già conosce (§ II, tav. IV) gli strani fenomeni osservati da Bessel nel suo nucleo e nella sua chioma.

In generale la Cometa di Halley nel suo movimento si avvicina al Sole assai più che la Terra, se ne allontana quanto Urano. L'asse maggiore della sua orbita è press'a poco diciotto volte più grande che quello dell'orbita terrestre, e misura quindi 2976 milioni di miglia geografiche; l'asse minore ne misura 1520 milioni; la più piccola distanza della Cometa dal Sole è di 0,6 raggi dell'orbe terrestre, la più grande è di 35,4; verso il suo perielio la Cometa ha una velocità massima, percorre 23,800 miglia in un'ora, quattro volte più che non la Terra, verso il suo afelio ha una velocità minima, fa in un'ora sole 3920 miglia, quindici volte meno veloce della Terra. Il piano dell'orbita della Cometa è così collocato rispetto al piano dell'orbe terrestre (eclittica), che dell'orbita stessa solo una piccola parte trovasi al di sopra dell'eclittica, la più gran parte giace sotto la medesima; la Cometa di Halley inoltre non può molto avvicinarsi alla Terra, e nel caso più favorevole ne rimane ancora lungi per milioni di miglia.

Dopo la grande Cometa di Halley, altre minori furono osservate ad intervalli determinati di tempo, e riconosciute periodiche. Esse sono la Cometa di Enke, quella di Biela, quella di Faye, quella di De-Vico, quella di Brorsen, quella di D'Arrest, quella di Winnecke e quella di Tuttle; si aggirano in linee chiuse, con periodi compresi fra i tre e i quattordici anni, attorno al Sole, e le loro orbite si dispongono senza legge apparente attraverso a quelle di Mercurio,

Digitized by Google

di Venere, della Terra, di Marte, di tutti i piccoli pianeti e di Giove (tav. V) [1].

Le comete di Encke e di Biela per la natura del loro movimento, e della loro fisica costituzione meritano una lunga e speciale considerazione.

La Cometa di Faye fu trovata all'Osservatorio di Parigi, il giorno 22 Novembre 1843. Apparve a Faye sotto forma di un ammasso nebuloso, con nucleo ben distinto, e senza traccia di coda. Argelander e Goldschmidt trovarono ben tosto che le posizioni, da essa occupate nel cielo, non potevano essere rappresentate anche per breve tempo da un arco di parabola, ed appartenevano invece ad una ellisse non molto eccentrica, nella quale la Cometa in circa sette anni compieva una rivoluzione. Faye e Leverrier, determinando con maggior precisione gli elementi di questa ellisse, trovarono, che la durata della rivoluzione era uguale a 2718 giorni, e che la Cometa sarebbe per conseguenza ripassata pel suo perielio nella notte del 3 Aprile 1851. Vi ripassò infatti nel mattino del 2 Aprile, ma essa era così debolmente luminosa, che potè solo per breve tempo essere osservata agli Osservatorî di Berlino, di Cambridge (Inghilterra) e di Pulkowa. Ugualmente fievole e pallida apparve nel suo successivo ritorno del 1858, durante il quale fu veduta soltanto a Berlino ed a Cambridge; più splendida, sotto forma ancora d'un ammasso nebuloso rotondo, largo venticinque secondi d'arco, con in mezzo un piccolo nucleo, e ben distinto si mostrò

[1] In questa tavola si è fatto astrazione dalle inclinazioni delle diverse orbite rispetto all'orbita della Terra, il cui piano si immaginò coincidere col piano del disegno.

Digitized by Google

nell'ultima sua apparizione del 1865. Durante la medesima fu vista ad Atene, a Berlino, a Clinton, a Parigi, a Roma; il suo diametro andò successivamente crescendo, e contemporaneamente il suo nucleo si fece sempre più pallido e meno distinto.

Il giorno 22 Agosto 1844 De-Vico scoprì a Roma, nella costellazione della Balena, una piccola nebulosa con nucleo però lucente ed a contorni ben definiti. La sua intensità luminosa era discreta, e alcuni affermano di averla veduta nel Settembre coll'occhio nudo; ben presto però divenne debolissima, e, verso la metà di Dicembre, la Cometa non poteva già più essere osservata. Il suo movimento apparente attraverso alle costellazioni del cielo era lento ed uniforme; la sua distanza dalla Terra era in parti del raggio dell'orbe terrestre espressa il 22 Agosto da 0,20, il 1 Settembre da 0,19, il 1 Ottobre da 0,24, il 1 Novembre da 0,39, il 1 Dicembre da 0,71, sicchè la sua minima distanza fu all'incirca di sedici milioni di miglia.

Ogni sforzo degli Astronomi di determinare, per mezzo delle prime posizioni osservate di questa cometa, un'orbita parabolica, andò fallito, nè rimase dubbio alcuno, che la sua orbita reale non fosse assai diversa da una parabola. Goldschmidt, Nicolai, Hind, Faye indagarono più da vicino la natura di quest'orbita, e tutti la trovarono una ellisse; di questa Faye e Brünnow diedero gli elementi più precisi, e secondo questi la Cometa compie una rivoluzione in 1993 giorni, ossia in cinque anni, cinque mesi e mezzo.

La Cometa di De-Vicó dopo la sua prima apparizione non fu più osservata; per la natura della sua orbita

Digitized by Google

essa non era visibile dalla Terra nell' anno 1850, e questo rese vie più difficile il rintracciarla nelle sue apparizioni successive. Secondo Leverrier la Cometa di De-Vico è identica con quella scoperta da Lahire nel 1678.

La Cometa di Brorsen fu da questi trovata a Kiel il 26 Febbrajo 1846: Brünnow e D'Arrest, da soli sette giorni di osservazione della medesima, riconobbero l'ellitticità della sua orbita, ma non poterono determinarne con molta precisione gli elementi, sicchè essa, nella sua riapparizione del 1851, passò inosservata. Bruhns però la ritrovò nel 1857, e questa volta il numero delle osservazioni fu sufficiente a determinare con ogni precisione l'ellisse percorsa dalla Cometa, e la durata della sua rivoluzione uguale a 2032 giorni, poco più di cinque anni e mezzo. L'ultima apparizione di questa cometa avvenne nell'anno 1868, e diede luogo alle osservazioni spettroscopiche, che il lettore già conosce (§ 4).

La Cometa di d'Arrest fu scoperta a Lipsia il 27 Giugno 1851, e ancora nell'Ottobre potè essere osservata. D'Arrest stesso trovò, che le sue posizioni potevano essere rappresentate solamente da un'ellisse, e Villarceau e Oudemans indagando più da vicino la natura di questa ellisse, trovarono il tempo della rivoluzione uguale a 2330 giorni, poco più di sei anni, determinarono il prossimo passaggio della Cometa pel suo perielio nel Dicembre del 1857, predizione che i fatti hanno poi pienamente confermata.

La Cometa di Winnecke fu trovata a Bonn il giorno 8 Marzo 1858, e lo scopritore stesso dopo averne determinata l'orbita parabolica, e trovatala identica con quella della Cometa III 1819, dimostrò, che il suo mo-

Digitized by Google

vimento si faceva in una ellisse, e compievasi in cinque anni e mezzo circa. Essa andò inosservata nella sua apparizione del 1864, ma fu rinvenuta, ed osservata invece nel suo ritorno al perielio del 1869.

La Cometa di Tuttle fu ritrovata il 4 Gennajo 1858 a Cambridge (Stati Uniti). Durante la sua apparizione Bruhns dimostrò la sua periodicità, la sua identità colla Cometa II dell'anno 1790, dimostrò, che essa dal 1790 al 1858 aveva compiuto cinque intiere rivoluzioni, che, la durata di una di queste rivoluzioni essendo uguale a 13,6 anni, la Cometa sarebbe ripassata al suo perielio nel 1871. Essa fu infatti ritrovata a Marsiglia nella notte dal 12 al 13 Ottobre, ed apparve come una nebulosità pallida, diffusa, mal definita, allungata nel senso N.O-S.E, ed estendentesi per tre minuti d'arco circa.

Queste sono le comete periodiche, state più volte vedute al loro passaggio pel perielio, e delle quali il periodo fu ad un tempo dimostrato dal calcolo, e confermato dai fatti. Esse formano parte integrante del sistema dei pianeti; come questi si aggirano intorno al Sole, a differenza di questi si aggirano in orbite assai eccentriche, e collocate in piani diversissimamente inclinati fra di loro. Il calcolo però ha per molte altre comete dimostrata l'ellitticità dell'orbita; delle medesime molte hanno un periodo di rivoluzione lunghissimo; la III del 1860 ad esempio 1090 anni: la I del 1846, 2721 anni: la I del 1847, 10818 anni: la I del 1850, 28800 anni, e la loro periodicità ha un debolissimo fondamento di vero, ed il loro ritorno non è che assai problematico; altre poche, sebbene osservate finora in uno solo dei loro passaggi al perielio, hanno una periodicità meglio constatata e più verosimile. Tali

Digitized by Google

sono la Cometa VI del 1846, la quale secondo D'Arrest ha un periodo di 15,9 anni: la Cometa I del 1866, sulla quale torneremo, che ha un periodo di 33,2 anni: la Cometa di Westphal (tav. 5) che ha un periodo di 60,7 anni: la Cometa di Pons che secondo i calcoli di Encke ha un periodo di 70,0 anni: la Cometa di De-Vico del 1846 che ha secondo Peirce un periodo di 73,7 anni: la Cometa di Olbers che secondo Bessel ha un periodo di 74,0 anni: la Cometa di Brorsen del 1847 il cui periodo è di 75,0 anni. Naturalmente solo le osservazioni avvenire potranno dimostrare la veracità di tutti questi periodi.

Digitized by Google

VIII.

La Cometa di Encke e l'Etere resistente.

Nell'anno 1786 Méchain scoprì una cometa, della quale potè ottenere però due sole posizioni ben certe, che non gli permisero di determinare l'orbita parabolica, cui esse appartenevano. Nell'anno 1795 Carolina Herschel, sorella a Guglielmo Herschel, scoprì del pari, nella costellazione della Lira, una cometa pallida, affatto telescopica, e di essa fu possibile ottenere un numero di osservazioni sufficiente, a determinare l'orbita parabolica. Lo stesso avvenne di una piccola cometa, trovata da Bouvard nel 1805, e di un'altra scoperta da Pons a Marsiglia nel 1819.

Encke prendendo a considerare tutte le osservazioni di quest'ultima Cometa di Pons, trovò che le medesime non erano abbastanza bene rappresentate da un arco di parabola, e proseguendo con grande rigore i suoi calcoli dimostrò, che la Cometa del 1819 apparteneva al numero delle comete periodiche, che la sua orbita era una ellisse, che il periodo della sua rivoluzione era di soli 1208 giorni, il più breve fra i periodi proprii delle comete, le quali si muovono in orbite chiuse, e che le comete del 1786, del 1795, del 1805, e del 1819 non erano altro fuorchè apparizioni

Digitized by Google

diverse di uno stesso corpo, aggirantesi, al pari dei pianeti, attorno al Sole.

Questa cometa, d'allora in poi, prese il nome di Cometa di Encke, e fu osservata in tutte le sue riapparizioni. Essa ha questo di rimarchevole, che il suo periodo di rivoluzione diminuisce a poco a poco, e dal 1825 al 1852, intervallo di tempo che abbraccia appunto nove rivoluzioni intere, esso diminuì nel fatto di un giorno. Olbers attribuì questo decremento del tempo della rivoluzione, e la corrispondente accelerazione del movimento medio angolare della Cometa nella sua orbita, all'azione di un mezzo tenuissimo e resistente, del quale sono ripieni gli spazi interplanetari. Encke osservando come fra tutti gli elementi dell'orbita della Cometa, il solo sensibilmente mutabile fosse il medio movimento, e come questo fatto si potesse nell'ipotesi di Olbers, matematicamente spiegare per mezzo della forza tangenziale, alla quale il mezzo resistente dà luogo, ammise del pari l'esistenza di questo mezzo, ed in una nota speciale [1] svolse le considerazioni, sulle quali appoggiava la propria opinione.

Secondo questa, lo spazio non è vuoto assolutamente, vi è in esso un mezzo tenuissimo debolmente resistente, tale però, che la sua influenza è resa sensibile dal movimento della Cometa periodica di Encke. Alessandro Humboldt si invaghì di questo concetto, credette di vedere in esso confermata l'esistenza di quell'etere universale, alle cui vibrazioni, secondo le nuove teorie, sono dovuti tutti i fenomeni luminosi, lo espose nei suoi libri, ed il medesimo raccomandato dai nomi

[1] *Astronomische Nachrichten*, N. 305.

Digitized by Google

a ragione celebrati di Olbers e di Encke, vestito della forma splendida e immaginosa, talora forse troppo immaginosa, di Humboldt si fece rapidamente strada, fu universalmente ripetuto, e dato, specialmente nei libri popolari, come una verità scientifica.

Pure ad esso, quando lo si guardi da un punto di vista meccanico, rimane un debolissimo fondamento di vero. Basta per un istante risalire colla mente ai tempi di Newton. Allora non si ammetteva nello spazio vuoto alcuno; Descartes e la sua scuola supponevano tutti i pianeti immersi in un fluido; supponevano questo fluido animato da un rapido movimento di circolazione attorno al sole; i pianeti erano trascinati dal grande vortice di questo fluido, come altrettanti vascelli abbandonati alla corrente di un fiume; il movimento loro era altrettanto più rapido, quanto più la materia fluida, in cui ciascuno di essi navigava, era vicino al Sole. Questo sistema dei vortici di Descartes, malgrado gli sforzi di ingegni potenti, cadde. Non è possibile spiegare in esso le leggi del movimento dei pianeti, e tanto meno poi spiegare il movimento tanto diverso delle comete; bisognerebbe supporre le medesime portate da fluidi, circolanti attraverso ai fluidi che portano i pianeti, senza con essi confondere o per essi alterare il proprio corso.

Newton dimostrò rigorosamente, che un corpo proiettato in uno spazio ripieno di materia, ha già perduto tutto il suo movimento allorchè esso ha percorso uno spazio uguale ai due terzi del proprio diametro, e ad una conseguenza analoga si arriva ancora supponendo lo spazio, invece che assolutamente pieno, occupato da materia, fra le cui particelle esistano intervalli vuoti. Secondo Newton il fluido Cartesiano è

Digitized by Google

matematicamente inconcepibile; fra il Sole e le stelle fisse, astrazion fatta dai pianeti, dalle loro atmosfere, e dagli altri corpi del sistema planetario, esiste uno spazio assolutamente vuoto, o almeno ripieno di una materia fluida, rarissima, incapace di una resistenza sensibile; il vuoto, o almeno un mezzo non resistente e la gravitazione universale sono i due punti cardinali del sistema di Newton. Essi furono sempre più confermati da tutti gli studi fatti sul sistema planetario, e quando il progredire degli studi ottici portò i fisici ad ammettere nello spazio universo l'Etere vibrante, veicolo della luce, essi lo pensarono tenue, sottile e non resistente.

Nè il movimento della Luna studiato con tanta sottigliezza, nè quello degli altri satelliti, nè quello degli asteroidi, nè quello dei pianeti maggiori hanno mai accusato nello spazio da essi percorso, pur traccia di un mezzo resistente. Fra le comete periodiche stesse nessuna [1], astrazion fatta da quella di Encke, mostra tali variazioni nella velocità del suo movimento, da far pensare ad una resistenza, da esse incontrata nel loro cammino. Se esistesse nello spazio un etere resistente, la sua influenza dovrebbe essere universale ed essere, sebbene in grado diverso, sentita da tutti i corpi, nè pare lecito il supporre, che uno solo fra di essi la debba dimostrare.

Per queste ragioni Bessel dubitò, fin dal giorno in cui Encke fece pubblica la sua ipotesi, che essa, sebbene matematicamente plausibile, fosse conforme alla

[1] Anche la Cometa di Biela mostrò una diminuzione del periodo di rivoluzione, ma di essa e delle sue cause sarà parlato più sotto.

Digitized by Google

natura. Secondo Bessel molte e molte cause si possono escogitare, capaci di spiegare l'accelerazione del movimento medio della Cometa di Encke; l'effluire ad esempio della materia, raccolta nella chioma delle comete, in modo dissimetrico da quella parte, che è rivolta al Sole, basta perfettamente a ciò; d'altra parte tutti i fenomeni osservati nel capo delle comete, al loro approssimarsi al Sole, devono pure avere una qualche influenza perturbatrice, e potrebbe benissimo risiedere in essi la causa della perturbazione notata da Encke.

Sventuratamente nello stato attuale delle nostre cognizioni, soggiunge Bessel, non è lecito determinare fra tutte queste cause perturbatrici quale sia, nel caso concreto della Cometa di Encke, la vera. Di esse si può appena dubitare, ma esse tutte sfuggono e si sottraggono ugualmente ad un calcolo rigoroso; le leggi secondo le quali succede l'effluire, il zampillare quasi della materia dal capo delle comete sono ignote, ed ignote per intero sono le variazioni incommensurabili nella costituzione delle comete, al loro approssimarsi al Sole. Queste parole scritte da Bessel nel 1836 sono ancora oggi letteralmente conformi al vero; soltanto ora essendo cresciuto il numero delle comete periodiche, e nessuna di esse avendo mostrata l'anomalia, propria della Cometa di Encke, l'ipotesi dell'Etere resistente è anche d'allora meno probabile.

Digitized by Google

IX.

La Cometa di Biela e il frantumarsi delle comete.

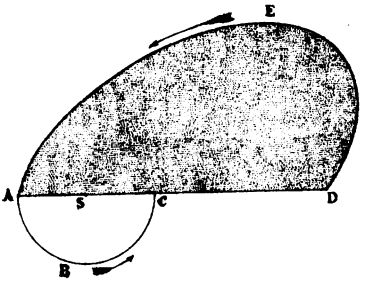
La Cometa di Biela fu veduta nel 1772 da Montagne, nel 1805 ritrovata e riosservata ancora da Pons, senza esser riconosciuta come periodica; nel 1826 fu scoperta prima da Biela, pochi giorni dopo da Gambart, ed allora le osservazioni dimostrarono l'elliticità della sua orbita, e il calcolo determinò il periodo della sua rivoluzione uguale a sei anni e mezzo circa.

La Cometa di Biela si muove in un piano inclinato di tredici gradi al piano dell'orbe terrestre (eclittica), e la sua orbita è così collocata nel proprio piano, che viene a tagliare in un punto quella della Terra. Nella tavola VI furono disegnate le orbite della Terra e della Cometa, e di questa fu disegnata solo la parte superiore al piano dell'eclittica, immaginato confondersi col piano del disegno. In S è il fuoco delle due orbite, la Terra va nella propria da A per B verso C, la Cometa sorge in D sul piano dell'eclittica e si muove da D per E verso A, il punto A essendo comune alle due orbite. Questo semplice disegno mostra chiaramente quanto i due corpi possano approssimarsi l'uno all'altro, anzi come i medesimi

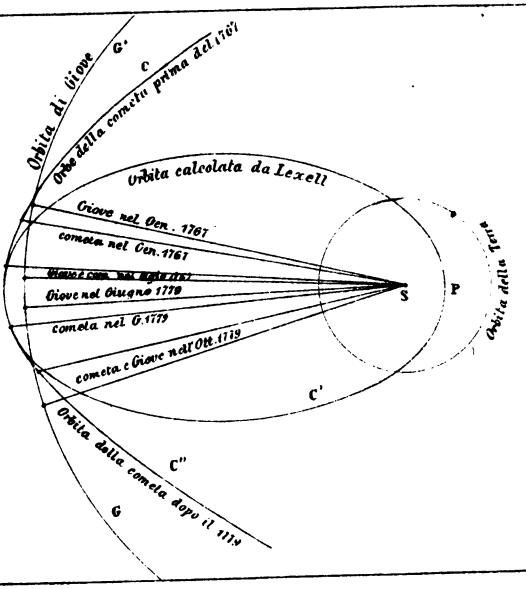
Digitized by Google

rantumarsi

772 da Montag
ra da Pons, se
l 1826 fu scoper
da Gambart,
l' ellificità de
il periodo de
mezzo circa.
un piano in
ll' orbe terres
ocata nel prop
unto quella de
egnate le orb
esta fu disegna
eclittica, imma
o. In S è il fuo
propria da A
l piano dell'ec
A, il punto A
to semplice dis
ue corpi possa
come i medesi



Orbite della Terra e della Cometa di Biela



Orbite della Cometa del 1770

Digitized by Google

Digitized by Google

possano perfino incontrarsi, quando avvenga, che amendue passino contemporaneamente pel punto A della propria orbita.

Quest' ultimo fatto superficialmente inteso ha dato in tempi diversi origine alle voci più strane; nel 1826 e nel 1832 si parlò di un urto assai prossimo della Cometa di Biela contro la Terra, se ne descrissero in modo al tutto fantastico i terribili effetti, ma in tutto ciò non vi era ombra di vero. Verso quelle epoche, la Terra era bensì portata dal proprio movimento nel tratto della sua orbita attiguo al punto A, ma la Cometa aveva oltrepassato di molto il punto stesso, anzi ne era lontana migliaia e migliaia di miglia.

In generale poi un incontro della Cometa di Biela colla Terra è da temersi solo in quegli anni, nei quali la Cometa raggiunge la sua massima vicinanza al Sole verso la fine del mese di Dicembre. Ora questo nel corso di questo secolo non avverrà, solo nell' anno 1933 l'istante del passaggio della Cometa pel perielio cadrà verso il primo giorno di Dicembre, e nell' anno 2115 verso il giorno 26 del mese stesso. Sarebbe però presunzione ed ignoranza ad un tempo, il predire per allora un urto della Cometa colla Terra; i fatti osservati nelle apparizioni della Cometa di Biela, posteriori a quella del 1832, accennano a tali perturbazioni nel suo movimento, e nella sua costituzione, da rendere impossibile una qualunque predizione sull' avvenire della medesima.

La Cometa di Biela, allorchè fu scoperta nel 1826, apparve come un ammasso nebuloso debolmente splendido, un po' più addensato verso il suo mezzo, ove a mala pena si poteva distinguere un piccolo

Digitized by Google

nucleo, a contorni irregolari. Sotto una forma analoga erasi mostrata nel 1805, ed allora Olbers ne aveva stimato il diametro uguale a poco più di dieci raggi terrestri, sebbene il nucleo misurasse appena ottanta miglia. Dopo il 1826, nelle sue successive apparizioni essa non offrì mai nulla di specialmente rimarchevole, e nel 1845, anno in cui essa fu rinvenuta dietro i calcoli eseguiti dall'illustre Santini, apparve ancora come una nebbia mediocremente diffusa, leggermente condensata verso il mezzo, e seguita da una breve coda. Solo il 29 Dicembre Maury all'osservatorio di Washington vide la medesima rotta in due parti, le quali, a piccola distanza fra loro, continuavano a muoversi attraverso al cielo con una uguale velocità.

In Europa il rompersi in due della Cometa di Biela fu osservato solo nel mese di Gennaio del 1846, ed egli pare, che esso non fosse ancora accaduto il giorno 21 Dicembre, poichè in tal giorno una osservazione della Cometa fatta da Encke al grande rifrattore di Berlino accenna a nulla di somigliante. Struve trovò il 19 febbraio la distanza dei due nuclei uguale a sei minuti primi circa di arco, il 4 Marzo a sette minuti, il 23 a tredici, ma, secondo Plantamour, questo incremento della distanza dei due nuclei è solo apparente, e dovuto all'avvicinarsi della Cometa alla Terra.

Secondo i calcoli di D'Arrest le distanze lineari dei due nuclei, durante l'apparizione del 1845-1846, oscillarono fra 37,339 e 41,930 miglia geografiche, raggiungendo il loro massimo valore il giorno del passaggio al perielio della Cometa, ossia l'11 Febbraio 1846; le due comete gemelle poi, nelle quali

Digitized by Google

la primitiva erasi scissa, mostrarono singolari variazioni di splendore: la più piccola di esse divenne a poco a poco sempre più splendida, superò per qualche tempo l'altra in intensità luminosa, si fece in seguito rapidamente pallida, e scomparve il giorno 24 Marzo, mentre la maggiore fu ancora visibile il 20 Aprile.

Nell'estate del 1852 le due Comete tornarono a ripassare pel loro perielio, seguendo la strada preventivamente determinata dal calcolo, e furono osservate in Roma, a Berlino, a Cambridge (Inghilterra), a Pulkowa. La loro distanza era d'assai accresciuta, oscillò fra 325,682 e 352,342 miglia geografiche, e fu massima ancora il giorno del perielio. Nel 1859, in grazia della posizione delle orbite loro, esse non potevano essere vedute; nel 1866, malgrado l'assiduità degli osservatori, la potenza degli strumenti adoperati, la diligenza delle effemeridi calcolate esse non furono rinvenute. Nel Dicembre del 1872 invece una delle due componenti della Cometa di Biela potè essere osservata all'osservatorio di Madras (Indie-Orientali). L'astronomo Norman Pogson la ritrovò il giorno 2, e gli apparve circolare, luminosa, con nucleo deciso, ma senza coda e con un diametro di circa 45 secondi. Potè ancora osservarla la mattina del giorno 3, e la vide ancora sotto forma circolare col diametro di 75 secondi, con un nucleo splendente, con una coda debole, ma distinta, della lunghezza di circa 8 minuti. Pogson non potè in tali giorni cercare l'altra componente, nè finora sono pervenute notizie sull'esito delle sue ricerche posteriori.

I ritorni della Cometa di Biela al perielio avvennero, così come per la Cometa di Encke (§ VIII), un

Digitized by Google

po' prima del tempo calcolato. Plantamour aveva dalle osservazioni del 1846 fissato al 25 Settembre del 1852 il successivo passaggio al perielio, ed esso in realtà avvenne il giorno ventitrè. Ma i fenomeni presentati da questa Cometa, il suo scindersi, il suo non più apparire nel 1866 non permettono di trarre conseguenza alcuna da questo fatto; che se pure qualche cosa se ne volesse ricavare, essa sarebbe piuttosto contraria, che favorevole all'ipotesi dell'Etere resistente.

Del fatto maraviglioso presentato dalla Cometa di Biela, ossia dal suo scindersi, si incontrano esempi nelle cronache dei diversi tempi, sebbene a questi, prima del 1845, non si prestasse fede alcuna. Seneca discorrendo della Cometa dell'anno 372 avanti l'Éra volgare, ricordata dallo storico Eforo, afferma che questi disse essersi la medesima scissa in due stelle; Dione Cassio narrando i prodigi avvenuti in Roma innanzi la morte di Agrippa, 13 anni prima della venuta di G. C., fa menzione di una Cometa, la quale, dopo di avere per molti giorni sovrastato alla città, disparve in faci; riferisce il padre Riccioli, che Cysat, dopo di avere notato nella Cometa del 1618 parecchi fenomeni strani, la vide alla perfine il 20 Dicembre sciogliersi in molte stellette, e Kepler parlando della Cometa stessa, afferma che in essa si ripetè il fenomeno narrato da Eforo. Hevelke, a proposito della Cometa del 1652, parla di più nuclei insieme coesistenti, e, posteriormente al 1845, la Cometa scoperta da Liais nel Febbraio del 1860 ad Olinda (Brasile) si frantumò, così come quella di Biela.

Sebbene però il fenomeno dello sdoppiarsi di quest' ultima Cometa non sia senza esempio, riesce tut-

Digitized by Google

tavia assai difficile pensare il modo, in cui esso avvenne. Si dura fatica a credere, che la Cometa primitiva siasi in realtà sdoppiata, e che, delle due comete gemelle osservate, la minore non sia che un frantume dall' altro staccatosi. Se questo fosse, lo spazio frapposto, avrebbe dovuto essere non perfettamente oscuro, come fu notato da Plantamour e da Struve, ma sparso invece di una qualche luce anche debolissima, dovuta al passaggio della materia luminosa dall' una all' altra componente. Inoltre queste non avrebbero in tal caso dovuto passare per i periodi di intensità luminosa dei quali fu più sopra parola, ma lo splendore della componente maggiore avrebbe dovuto di tanto diminuire, di quanta fu la materia luminosa da essa sfuggita per andare a formar la minore.

Alcuni hanno creduto che la Cometa di Biela sia sempre stata doppia in tutte le sue apparizioni; e secondo costoro dei due nuclei, ond'essa risulta, l'uno svolse sempre luce bastevole per essere osservato, l'altro invece, durante le apparizioni anteriori al 1845 fu sempre troppo debolmente luminoso, e solo nel 1845 e nel 1852 acquistò tale splendore, da non potere più sfuggire alle osservazioni. Due fatti però contradicono a questa opinione. Hind osservò nella Cometa, anteriormente al suo sdoppiarsi, una protuberanza del nucleo verso quella parte, dove poi fu visto il nucleo secondario, e Maury afferma di avere viste le chiome delle due componenti insieme connesse, nè ragionevolmente si può fare astrazione da queste osservazioni di Hind e di Maury.

Digitized by Google

X.

Quel che avvenga delle comete dopo il loro passaggio al perielio. — Idee di Guglielmo Herschel.

Qualunque sia la natura dell' azione solare sulle comete, non v' è dubbio che la massa di queste è, nelle vicinanze del Sole, in preda ad una grande agitazione. Tutti i fenomeni osservati nelle comete durante le loro apparizioni, sopra tutto il formarsi delle code, portano naturalmente a pensare, che una parte del loro involucro nebuloso sia ad ogni perielio sottratta all'attrazione del nucleo, e per tal modo la loro massa soffra una diminuzione continua e progressiva. È difficile imaginare, in qual modo le particelle lanciate nella formazione delle code a milioni di miglia dal nucleo possano, passato il perielio, tornare ad aggrupparsi intorno al medesimo, e ciò riesce ancora più difficile, se si pensa come il loro gravitare verso il nucleo possa inoltre essere affievolito da un movimento di rotazione della cometa. I fatti osservati non sono punto contrarii a quest' ordine di concetti; pare oramai indubitato, che le dimensioni dei nuclei diminuiscono dopo il passaggio delle comete al perielio, e la Cometa periodica di Halley apparve ad ogni suo ritorno sempre meno splendente, e seguita da code sempre minori.

Non è quindi senza fondamento il pensare, seguendo

Digitized by Google

l'associazione naturale delle idee, che le comete dopo una lunga successione di rivoluzioni debbano ridursi al nulla, e che questo debba avvenire di tutte le comete periodiche, e specialmente di quelle a breve periodo, è opinione ora molto accetta.

Già Kepler credeva ad una esistenza effimera delle comete; *existimo,* scriveva egli ne' suoi tre libri De Cometis, *corpus Cometæ perlui, colari, alteri, et denique annihilari, et sicut Bombyces filo fundendo, sic cometas cauda expiranda consumi et denique mori.* Newton apertamente pensava, che le comete col tempo si disciolgono; Olbers opinava del pari che la materia loro lentamente si disperde nello spazio, e, secondo D'Arrest, Encke stesso, notando il progressivo affievolimento della cometa dal suo nome chiamata, era persuaso, che col tempo più nulla sarebbe rimasto di essa.

Questa dispersione della materia cometaria è nel numero dei fatti possibili [1]. Quando la materia di un corpo celeste diventa abbastanza rara, perchè le attrazioni interne non possano più superare le differenze di attrazione, che il Sole esercita sulle varie parti della massa, questa massa deve necessariamente disperdersi. Una cometa di piccolissimo nucleo, o priva affatto di nucleo può assai facilmente trovarsi in questo caso. È facile dimostrare, che una cometa senza nucleo, collocata ad una distanza dal Sole uguale al raggio dell'orbe terrestre non potrà più conservarsi come corpo stabile, e star coerente dietro l'attrazione delle proprie parti, tutte le volte che la sua materia conterrà meno di un quarto di

[1] Questo concetto sarà però ampiamente svolto al § XV.

Digitized by Google

gramma per ogni metro cubo di volume, posto che fra le sue parti non esista altra azione reciproca, che quella della gravitazione universale. Al di là di questo limite l'azione del Sole disperderà necessariamente la cometa, di cui le parti descriveranno intorno al gran luminare orbite fra loro indipendenti.

Alcuni fatti ben constatati sono interamente conformi a questo modo di vedere; la Cometa periodica di De-Vico (§ VII) disparve senza lasciare traccia alcuna di sè, e molto probabilmente lo stesso avvenne di altre comete, il cui ritorno, calcolato preventivamente con ogni precisione, fu invano atteso.

Per quel che riguarda le comete in generale, Guglielmo Herschel aveva nella questione, che qui ci occupa, un'opinione affatto contraria. Secondo Herschel le comete in origine sono piccole nebulose del cielo, le quali, per un continuo avvicinarsi delle loro molecole, acquistano a poco a poco tal grado di densità, da poter essere attratte dal Sole, e descrivere un'orbita speciale intorno ad esso. Allorchè questa massa nebulosa si avvicina al Sole, le sue parti si espandono e si dispongono nella direzione della coda, ma un altro fatto non meno importante avviene: la massa stessa cioè in grazia del calore solare si va gradatamente consolidando. Poichè, dice espressamente Herschel, luce e molto probabilmente altri fluidi sottilissimi [1] sfuggono dal corpo della cometa in grande abbondanza durante un tempo considerevole, prima e dopo il suo massimo approssimarsi al Sole, io vedo nel passaggio al perielio in certo modo un processo di consolidamento.

[1] Ai tempi di Herschel era universalmente accettata la teoria dell'emissione della luce.

Digitized by Google

Questo processo di consolidamento, sempre secondo Herschel, sarà tanto più potente, quanto più la cometa è esposta all'azione del calore del Sole, ossia quanto più piccole sono e la sua distanza e la sua velocità perielia; si può quindi con questi due criteri semplicissimi giudicare del grado di solidità di una data cometa, e ricercare poscia se i fatti corrispondano al medesimo.

Prima però di cercare nei fatti la conferma dei proprii concetti, Herschel fa notare, che solo nel caso in cui la cometa sia nell'impossibilità di ricevere nuova materia, si può ragionevolmente aspettare, che la considerazione della distanza e della velocità perielia conduca ad un'idea esatta del suo grado di solidità, o in altre parole, secondo Herschel, delle dimensioni attuali del suo nucleo. Ma se si suppone che nello spazio esista una moltitudine di nebulose a stadi diversi di svolgimento, da quelle la cui formazione è appena incominciata, a quelle già tanto addensate da essere atte a gravitare attorno al Sole, bisogna ammettere non essere impossibile, che una cometa nel suo corso incontri una tal nebulosa, e per tal modo porti seco nuova materia nel suo approssimarsi successivo al centro del sistema. Così, secondo Herschel, da una parte la perdita di materia, alla quale le comete sono esposte, può essere compensata, dall'altra le comete stesse possono acquistare una grandezza e solidità considerevole, superiore d'assai a quella, che poteva derivare loro dalla quantità primitiva di materia nebulosa. Certamente non si può supporre che questo congiungimento fortuito di una cometa e di una nebulosa abbia frequentemente luogo, ma nello stimare

Digitized by Google

il consolidamento di diverse comete bisogna pur pensare al possibile aumento della loro massa avvenuto nel modo ora descritto.

La teoria di Herschel, riguardante l'azione del calore solare nel promuovere il consolidamento delle comete, suppone implicitamente che le chiome e le code loro perdano man mano di estensione, ed il nucleo per contro, sulla cui superficie la materia nebulosa si va consolidando, divenga sempre più grande. Ora secondo Herschel le Comete I e II del 1811, quella del 1807 confermano ad uno ad uno tutti questi concetti. Di esse quella avente il maggior nucleo aveva in pari tempo una chioma ed una coda meno estese, e le dimensioni del nucleo in ciascuna di esse corrispondevano esattamente e alla distanza e alla velocità perielia rispettiva, essendo d'assai maggiori in quella in cui questi due elementi erano più piccoli.

Non si può negare che tutte queste cose non sieno molto ingegnosamente collegate fra loro; si sente in esse la mente di Herschel, ma, anche dette da un tale uomo, nel loro insieme non formano, che un edifizio fantastico. È arbitrario supporre che il calore del Sole generi consolidamento, è arbitrario supporre lo spazio ripieno di nebulose ad un grado diverso di svolgimento, è arbitrario supporre che una cometa debba, incontrando una nebulosa, fondersi con essa, è ancora arbitrario, quantunque in grado assai minore, supporre solido il nucleo delle comete, sicchè le vedute di Herschel, sul consolidamento progressivo delle comete, molto probabilmente sono non conformi al vero; a questo invece è assai più prossima l'idea di coloro, che ammettono una dispersione continua della materia cometaria attraverso allo spazio.

Digitized by Google

XI.

La massa delle comete.

È certissimo, che la materia trovasi nelle comete in uno stato di estrema diffusione e tenuità, ma da questo il trarre conseguenze sulla massa delle comete, sulla somma cioè di materia in esse contenuta, sarebbe perfettamente arbitrario. Potrebbe la rarefazione estrema essere equilibrata dal grandissimo volume degli involucri cometari, potrebbe la massa, quantunque piccola, non essere tuttavia insensibile e trascurabile nel grande sistema solare, in grazia di una fortissima densità del nucleo. A prima giunta pare impossibile il potersi fare un concetto concreto, positivo, numerico della massa delle comete; giudicare della massa di un corpo vuol dire pesare il corpo stesso; ora come pesare corpi cosmici, che si muovono con velocità di ordine planetario a tanta distanza dalla Terra?

Il lettore sa, che il moto delle comete è conforme alle leggi della gravitazione universale di Newton; secondo queste la forza, con cui il Sole attrae i corpi diversi del suo sistema, è proporzionale alla loro massa, e, poichè l'attrarsi è una proprietà generale della materia, da questa massa dipende ancora la

Digitized by Google

forza con cui i pianeti si attraggono reciprocamente l'un l'altro, modificando l'azione solare, e le traiettorie lunghesso le quali essi, in grazia di questa, si muoverebbero. Indagando queste modificazioni, perturbazioni nel linguaggio scientifico, per mezzo dell'osservazione, si deve dalle medesime poter risalire al valore delle masse, che ne sono la causa, e poichè con questo procedimento furono determinate le masse del Sole e di tutti i pianeti, con procedimento analogo si deve del pari riescire alla conoscenza delle masse cometarie.

Fra tutte le comete è sotto questo punto di di vista degna di speciale considerazione quella del 1770. Essa fu trovata da Messier nel Giugno di quell'anno, e Lexell dimostrò, che essa muovevasi in un'orbita ellittica, compiendo una rivoluzione intera in soli cinque anni e mezzo; parve strano allora, che con una tale orbita essa non fosse mai stata, prima del 1770, veduta, e la maraviglia si accrebbe ancora, dopochè la si ebbe invano ricercata nel suo ritorno successivo del 1776. Furono riveduti i calcoli di Lexell e trovati esattissimi, finalmente Burckhardt, seguendo un procedimento analitico, comunicatogli da Laplace, riescì a spiegare le strane anomalie del movimento di questa Cometa.

Tracciando, per gli anni anteriori al 1770, le posizioni occupate dalla Cometa nella propria orbita, Burckhardt trovò, che essa in sul principio del 1767 era stata dal proprio movimento trasportata assai dentro alla sfera di attrazione di Giove; calcolò la potenza di questa attrazione, e dimostrò che essa fu tale, da modificare stranamente l'orbita della Cometa. Prima del 1767 questa muovevasi in una el-

Digitized by Google

lisse grandemente estesa, impiegando ben cinquanta anni a ripassare per lo stesso punto della propria orbita, e rimanendo nel suo passaggio pel perielio ancora lontana dal Sole quanto Giove. Finchè il suo corso si fece in quest' orbita, essa fu sempre a tale distanza, da riescire naturalmente invisibile alla Terra, e la sua apparizione nel 1770 si deve all' azione perturbatrice di Giove, il quale la costrinse a muoversi in una ellisse più breve, ed a una minore distanza dal Sole, nè in questa seconda orbita la Cometa potè lungamente perdurare, poichè ricaduta nel 1779 nella sfera di attrazione di Giove, fu da questo di nuovo costretta ad un' orbita situata a grande distanza dalla Terra.

Questo muoversi della Cometa del 1770 in orbite successivamente tanto diverse costituisce uno dei fatti più curiosi nella Storia dell' Astronomia, e l'averne penetrata la ragione fu una delle vittorie più splendide, riportate dall' ingegno umano nell' indagare la Natura. La seconda figura della tavola VI, ricavata da un libro di Milne [1], dà del modo in cui esso avvenne un concetto popolare, ed evidente ad un tempo. In essa sono disegnate l'orbita della Terra, un tratto dell'orbita di Giove, l'orbita descritta dalla Cometa secondo i calcoli di Lexell, e i tratti a questa attigui delle orbite percorse rispettivamente dalla Cometa prima del 1767 e dopo il 1779. Si vede d'un tratto che nel Gennaio 1767 la Cometa e Giove si avvicinarono d'assai, e muovendosi amendue in una stessa direzione, e pressochè in uno stesso piano continuarono per parecchi mesi a rimanere l'uno all' al-

[1] David Milne, *Essay on Comets* 1828.

Digitized by Google

tro vicini; ne seguì che l'orbita della Cometa fu cambiata nella ellisse C′P„ nella quale una rivoluzione si compie in soli cinque anni e mezzo. In grazia di questa nuova orbita e di questo nuovo periodo la Cometa raggiunse il suo perielio P nel Marzo del 1776, ma rimase invisibile alla Terra, trovandosi esattamente dietro al corpo del Sole e involta nei suoi raggi. Seguitò a muoversi nella propria orbita, e nel 1779 il suo movimento di nuovo la portò nella sfera di attrazione di Giove; nel mese di Giugno cominciò il pianeta a far sentire la sua influenza sulla Cometa, e solo nell'Ottobre successivo i due corpi si allontanarono e furono dai movimenti rispettivi portati in plaghe diverse dello spazio. Nell'istante del massimo avvicinamento la distanza di Giove dalla cometa fu $\frac{1}{491}$ della distanza di questa dal Sole; Giove esercitò quindi sulla Cometa un'azione 225 volte più grande che non il Sole, nè è a maravigliare se questa potente attrazione spinse la Cometa nella ellisse C″ assai più estesa e lontana dal centro del sistema che non la C′P. In questa terza orbita la Cometa impiega venti anni circa a compiere una rivoluzione, ma il suo movimento si fa ad una così grande distanza dalla Terra, che essa rimarrà per sempre a noi invisibile, se pure nel corso del tempo nuove perturbazioni non la costringeranno ad orbite al nostro pianeta più prossime.

La Cometa del 1770 attraversò dunque per ben due volte l'intero sistema di Giove e dei suoi satelliti [1], ed ogni volta impiegò quattro mesi circa ad uscire dalla sfera di attrazione del potente pianeta. Il suo

[1] Giove ha quattro satelliti, che come lune gli girano attorno.

Digitized by Google

movimento ne fu perturbatissimo, ma neppur traccia di una debole alterazione fu notata nel corso dei quattro piccoli satelliti di Giove, sebbene la Cometa avesse uno splendore ed una grandezza considerevole, ed il suo diametro fosse stimato tredici volte più grande di quello della Luna.

La Cometa stessa si avvicinò d'assai alla Terra, e nel Luglio del 1770 la sua distanza da questa non era che sei volte maggiore di quella della Luna. Laplace dimostrò, che, ove la massa della Cometa fosse stata uguale a quella del nostro pianeta, essa avrebbe allungato il nostro anno sidereo di due ore e quarantasette minuti primi: ma i calcoli condotti colla più grande cura e precisione, allo scopo di ottenere le tavole solari, provano che la lunghezza dell'anno medesimo non può avere sofferto una alterazione maggiore di due minuti secondi; la massa della Cometa non può quindi, conchiude Laplace, essere stata neppure la cinque millesima parte di quella della Terra.

La Cometa di Halley ebbe del pari dall'azione perturbatrice dei pianeti Saturno ed Urano modificato di più che un anno il periodo della propria rivoluzione, e la sua reazione sui pianeti stessi fu insensibile; tutte le comete periodiche hanno le loro orbite perturbate dall'azione dei pianeti del sistema solare, e nessuna di esse reagisce in modo sensibile sul movimento di questi. La Cometa di Biela vuole senza dubbio essere considerata come un sistema risultante di due nuclei, i quali contemporaneamente al movimento che li porta attorno al Sole, devono pure averne uno intorno al loro centro di gravità comune. L'osservazione dimostrò, che il corso seguito

Digitized by Google

da ciascuno dei nuclei, durante la loro apparizione, solo insensibilmente deviava da quello, che esso descritto avrebbe ove fosse rimasto solo. Le masse delle due componenti la Cometa di Biela, quelle di tutte le comete periodiche a breve periodo, quella della Cometa di Halley, quella della Cometa del 1770 sono dunque con tutto il rigore possibile dimostrate come molto piccole.

Sarà egli lecito ritenere del pari insensibile la massa delle comete in generale? Le induzioni di questa natura nella maggior parte dei casi sono arrischiate, e conducono a principi sistematici, dimostrati poi insussistenti dai fatti; ma nel caso concreto, che qui ci occupa, considerazioni di un ordine diverso danno a questa generalizzazione un grado grandissimo di probabilità. Nello stesso modo che la Cometa del 1770 prosegue ora ad esistere nel sistema solare, senza mai divenire visibile, altre comete da tempo immemorabile faranno parte del nostro sistema, e percorreranno inosservate il loro cammino; basta per questo che le orbite loro sieno così collocate nello spazio da avere il perielio distante dal Sole poco più che Marte, nè v'è ragione alcuna di credere che ciò sia impossibile. Non vi è del pari fondamento a credere che queste comete, esistendo, non possano, anzi non debbano, nel loro movimento avvicinarsi talora ai pianeti come Giove, Saturno, Urano, Nettuno, sentirne l'influenza, e sovr'essi reagire ove la massa loro fosse di ciò capace. Ora nei movimenti di questi pianeti l'osservazione non fece mai conoscere perturbazioni, a spiegare le quali sia necessario ricorrere a corpi ignoti; tutte le comete inoltre state vedute anche per poco tempo ed una

Digitized by Google

sol volta dalla Terra, le più splendenti non eccettuate, si sono mostrate sotto apparenze, che punto non contraddicono alla tenuità della loro massa; è quindi rigorosamente conforme al vero, il ritenere la massa delle comete trascurabile a fronte di quella degli altri corpi del sistema solare, e nell'incertezza che regna intorno alla natura fisica delle comete, è bene che, almeno per quanto riguarda la loro massa, la nostra mente possa arrestarsi sopra un concetto ben fondato e positivo.

La tenuità delle masse cometarie, l'esempio della Cometa del 1770 fanno naturalmente pensare, che le orbite delle comete nello spazio sono stranamente instabili e soggette a continue variazioni, instabilità e variazioni tanto più grandi, se si pensa come esse, nel loro vagare per l'universo, possono sentire l'influenza di corpi oscuri in esso esistenti, e a noi perfettamente ignoti. Non è affatto impossibile, che una cometa, dopo di essere passata una volta vicino al Sole, allontanandosene, venga perturbata per modo da cambiare interamente la sua orbita, nè è impossibile, che una cometa, la quale si muove attorno al Sole in una ellisse, venga costretta a percorrere invece una iperbola, e ad allontanarsi indefinitamente dal fuoco del suo movimento. Quando un corpo si aggira attratto da un altro, se in un certo punto della sua orbita viene, per una causa qualunque, ad acquistare una certa velocità, esso prende ad aggirarsi in una circonferenza di circolo, se invece acquista un'altra determinata velocità, prende a muoversi in una parabola. Non v'è che una sola velocità, la quale possa produrre un'orbita circolare, ve n'è del pari una sola, che possa produrne una parabo-

Digitized by Google

lica; le velocità comprese fra le due producono orbite ellittiche, quelle superiori alla seconda delle due, alla parabolica cioè, producono orbite iperboliche.

Di tutte le traiettorie quindi il circolo e la parabola sono le meno, l'ellisse e l'iperbola le maggiormente probabili. Solo l'iperbola richiede ad essere prodotta una forza molto maggiore che non l'ellisse, bastando la minima forza d'attrazione d'un corpo vicino a produrre un moto laterale, sufficiente a dare origine ad un'orbita ellittica. Forse per questa ragione, sebbene le orbite iperboliche sieno ugualmente possibili che le ellittiche, è più verosimile che le comete da noi osservate nelle vicinanze del Sole, non abbandonino mai la regione del nostro sistema, e pur modificando il loro corso continuino a muoversi ellitticamente in esso.

Per alcune comete, a dire il vero, le orbite iperboliche hanno meglio d'ogni altra rappresentato il corso nello spazio. Tali furono ad esempio quella del 1771, quella del 1774, la II del 1806, la III del 1818, la I del 1840, la III del 1844, la VI del 1847, la II del 1852, la IV del 1853, la VI del 1863. Ma quando si pensa alle difficoltà ed al breve intervallo delle osservazioni, non che alla piccolezza delle differenze sulle quali si appoggia la maggior probabilità delle orbite iperboliche, si rimane inclinati a considerare le medesime, specialmente quelle che si riferiscono alle comete più antiche, come semplici risultati di calcolo, ai quali non corrisponde la realtà delle cose.

Digitized by Google

XII.

Supposte influenze delle comete.

Comètes que l'on craint à l'egal de tonnèrre
Cessez d'épouvanter les peuples de la terre.
VOLTAIRE.

Per un tempo lunghissimo le comete furono ritenute segnali precursori degli avvenimenti più importanti. Esse annunziavano le guerre, le sedizioni, i movimenti intestini delle republiche; presagivano le fami, le pesti, tutti i più gravi mali dell'umanità; alla morte di un principe, o di altro grande della terra precedeva l'apparizione di una cometa; le comete furono una specie di oracolo universale, ed in esse si leggeva l'avvenire, come nelle storie il passato.

Queste idee nacquero dall'opinione di Aristotile, che riguardava le comete come corpi effimeri, formati dalle esalazioni atmosferiche, accresciuta di tutti gli errori dei Caldei, e vestita di tutte le follie dell'Astrologia giudiziaria. Le si incontrano presso i Greci e presso i Romani; in Europa dominano universalmente ancora nel secolo decimosesto, e in sul principio del decimo ottavo se ne trova ancora una traccia manifesta. Gli spiriti più illustri non se ne seppero svin-

Digitized by Google

colare, e le cronache di tutti i tempi fanno aperta testimonianza di così stolte credenze.

Allorchè Mitridate salì sul trono (118 anni avanti G. C.) fu veduta per settanta giorni continui una Cometa, simile a quella apparsa nell'epoca della sua nascita. Il cielo pareva tutto in fuoco; la Cometa ne occupava la quarta parte, e splendeva più che il Sole; essa impiegava quattro ore a sorgere, altrettante a tramontare.

La Cometa, dice Plinio, è in generale un astro ben terribile; essa annunzia grandi effusioni di sangue, e noi abbiamo avuto un esempio durante le guerre civili scoppiate sotto Ottavio console (86 anni avanti Gesù Cristo).

Noi abbiamo visto, soggiunge altrove lo stesso Plinio, nella guerra fra Cesare e Pompeo un esempio degli effetti terribili, che l'apparizione delle comete lascia dietro di sè. Verso il principio di questa guerra le notti le più oscure furono, secondo Lucano, rischiarate da astri ignoti; il cielo parve in fuoco; fiamme ardenti traversarono in ogni direzione la profondità dello spazio; la Cometa, quest'astro spaventevole, che rovescia le potenze della Terra, mostrò la sua chioma terribile (48 anni avanti G. C.)

Secondo Tacito, la Cometa è un astro, al quale il feroce Nerone sacrificò sempre il sangue più illustre, e sotto il suo regno, dice Plinio, la Cometa apparve quasi di continuo.

Seneca stesso, che fra tutti i pensatori dell'antichità ebbe sulle comete le idee più sane e profonde, mostra di non essere affatto incredulo alle influenze loro. La Cometa, dice egli, che apparve sotto il consolato di Patercolo e di Vopisco, ebbe le conseguenze

Digitized by Google

attribuite da Aristotile e Teofrasto a questa specie di astri. Si ebbero ovunque tempeste violenti e continue; nell'Acaia e nella Macedonia più città furono rovesciate dai terremoti (62 anni dopo G. C.)

Una Cometa, dalla coda simile alla lama di una spada, per un anno intero (69 dell'E. V.) si librò minacciosa su Gerusalemme, e ne annunziò l'estrema rovina.

Le sventure, ond'era nel 400 dell'E. V. minacciata Costantinopoli, erano sì grandi, che furono annunziate dalla più terribile delle comete, delle quali le storie conservino memoria; essa brillava sospesa al disopra dell'infelice città, e colla forma di una spada dal punto più alto del cielo toccava l'orizzonte.

Nell'anno dell'incarnazione 875, nel mese di Giugno, e in un giorno di Venerdì, alla quinta ora della notte si vide un segno nel cielo; apparve una Cometa nella costellazione di Ariete; era luminosa come una fiamma, e brillò per quattordici giorni. Ora in questo stesso anno il serenissimo imperatore Luigi II morì nel mese di Agosto, e in un venerdì.

Nell'anno 1402 apparve una Cometa straordinaria. Dopo tramontato il Sole, essa risplendeva su tutte le parti della Terra; essa non permetteva nè alle stelle di spiegare la loro luce, nè alla notte di oscurare l'aria, poichè la sua luce era più intensa di quella degli altri astri, e finchè rimaneva sull'orizzonte, si spingeva fino al punto più alto del cielo. Questo prodigio fu visto nelle Indie, nella Caldea, nella Frigia, nella Persia, nell'Asia minore, nella Tracia, nel paese degli Unni, in Dalmazia, in Italia, in Ispagna, nell'Allemagna; esso durò fino all'equinozio d'Autunno, nè scomparve finchè il Sole non entrò nel segno della Bilancia.

Digitized by Google

Narrano che Gian-Galeazzo Visconti se ne accorò disperatamente: nostro padre, diceva egli, ci ha rivelato al letto di morte che, secondo le testimonianze di tutti gli astrologhi, all' epoca della nostra morte, una simile cometa doveva apparire per otto giorni; egli morì difatti pochi giorni dopo, ed anche, usando regalmente il noi, morì stoltamente vittima del più volgare pregiudizio. Non ebbe lo spirito di non so più quale imperatore romano, che ad alcuni, i quali, per l'apparizione improvvisa di una cometa, mostravano timore pei suoi giorni, argutamente disse: non v'accorate, io sono interamente calvo, e nulla può avere col mio destino a fare la Cometa, astro capelluto per eccellenza.

Sarebbe ad un tempo un facile e inutile lusso di erudizione il moltiplicare, a questo riguardo, gli esempi. Eccita invece maggiormente la curiosità, l' indagare i principî sui quali si fondavano queste fatali e credute predizioni, ricavate dall' apparire delle comete. Nulla di più frivolo. L'effetto di una cometa dipendeva dal luogo del cielo, in cui essa si mostrava, dal colore della sua luce, dalle regioni della Terra che essa dominava direttamente col suo movimento diurno; se la cometa andava verso occidente, si dovevano temere i nemici esterni, se verso oriente gli interni; le comete erano più o meno terribili secondo i segni dello Zodiaco, che ne misuravano la longitudine, secondo le costellazioni o parti di costellazioni del cielo, che attraversavano, secondo la forma e la lunghezza delle loro code, secondo mille altre circostanze, cui è più facile indicare che distinguere.

E gli astrologhi potevano dormire sonni tranquilli sull'avveramento delle loro profezie; l'avvenimento,

Digitized by Google

annunciato da una cometa, poteva avvenire in uno o più periodi di quarant'anni, oppure, secondo altri, in un numero d'anni, uguale a quello dei giorni pei quali la cometa s'era mostrata; una cometa, che era stata visibile per tre mesi, poteva sortire il suo effetto anche dopo novant'anni; si poteva attribuire alla medesima le cose più strane, dopo novant'tanni l'astrologo era in luogo sicuro. Che se poi si trattava di un astrologo devoto, le sue spalle erano ancora più sicuramente al muro; la cometa minacciava la tal sventura: se questa non avveniva, le lacrime e le preghiere avevano placata l'ira di Dio; pronto a colpire, Egli aveva clemente rimessa la spada punitrice nel fodero.

Si è cercato nelle comete la ragione delle temperature estreme ed eccezionali dell' atmosfera terrestre. Littrow prese ad esaminare sotto questo punto di vista le temperature degli anni compresi fra il 1632 ed il 1785, e, fra i 153 anni così esaminati, ne trovò quindici nei quali si erano ad un tempo viste comete, e sofferti calori straordinarii, quattordici invece nei quali le comete avevano coesistito con freddi grandemente intensi. Le comete non producono quindi nè caldo nè freddo, o se pure hanno qualche influenza sulla temperatura, questa sfugge interamente ad ogni osservazione.

Si è preteso del pari, che la temperatura media di un dato anno avesse una relazione determinata col numero delle comete apparse nell'anno stesso. Mà gli anni 1829 e 1838 furono molto freddi, ed ebbero ciascuno una sola cometa; gli anni 1822 e 1834 passarono per contro assai caldi, e mentre nel primo erano apparse tre comete, nel secondo ne fu veduta una sola;

Digitized by Google

l'anno 1846 poi, la cui temperatura fu perfettamente normale, ebbe non meno di otto comete. I fatti adunque inesorabilmente smentiscono ogni qualunque rapporto fra l'apparizione delle comete e le temperature diverse dell'atmosfera terrestre, e di fronte ai medesimi cadono ad uno ad uno, senza pur reggersi un solo istante, tutti i vincoli imaginati fra le comete da una parte e la siccità, le nebbie, i temporali, la grandine dall'altra. Dei medesimi neppure un solo è conforme a natura; tutti indistintamente sono creazioni astratte di fantasie, eccitate dalla natura straordinaria delle comete, e tanto disforme da quella degli altri corpi celesti.

Alcuni per un istante hanno dato una lontana apparenza di vero all'influsso delle comete sulle malattie affliggenti l'umanità. Se le comete si disperdono nello spazio, se le loro code lunghissime possono arrivare alla superficie della Terra, attraversandone tutta l'atmosfera, non vi è nulla di inverosimile, hanno detto essi, nel pensare che le medesime, con questa mescolandosi, possano lasciare in essa il germe dei mali più strani. Hanno compilato delle lunghe enumerazioni di anni, contraddistinti dall'apparizione di comete, e da quelle di pestilenze, e nelle medesime hanno visto una prova indiscutibile dei loro principî; ma queste compilazioni non hanno valore alcuno. In esse si legge ad esempio: « Anno tale — cometa tale — peste a Londra; » ora se la cometa era cagione della peste, perchè questa scoppiò a Londra e non in altro luogo, o almeno non in tutti i luoghi della Terra, dai quali la cometa fu veduta? La verità si è che ogni anno è contraddistinto dall'apparizione di qualche cometa più o meno splendida, più o meno

Digitized by Google

telescopica; ogni anno vi è un luogo della Terra afflitto da qualche sventura, così come, ve n'è un altro al quale la fortuna arride; volendo ragionare a modo di tali compilatori, si troverebbe sempre una cometa, alla quale poter attribuire e i beni, e i mali di questa nostra umanità.

Le comete però hanno in sè qualche cosa di stranamente fatale. Tutte queste influenze loro attribuite, tutti questi timori da esse ispirati, sono un nulla di fronte a quello, che in tempi posteriori ed a noi assai prossimi, quando la loro natura era già meglio conosciuta, si è di esse pensato e temuto. Newton aveva dimostrato le leggi della gravitazione universale, la natura planetaria delle comete, il loro movimento multiforme attraverso al sistema del Sole. Si sapeva, che l'attrazione è una proprietà generale della materia, che Giove perturba il movimento di Saturno e de'suoi satelliti: che la Luna essa sola fa vacillare, oscillare la Terra, ed innalza, per poi lasciarlo ricadere, l'Oceano: che le comete errando per lo spazio possono avvicinare, e nel fatto d'assai avvicinano il nostro pianeta.

L'associazione naturale delle idee portò a pensare necessariamente alle conseguenze di questo approssimarsi di una grande cometa alla Terra. Ne nacquero idee strane, e sgomenti indescrivibili; l'influenza di queste idee fu tanto più grave, perchè esse avevano tutte le apparenze del vero, e vestivano una forma assolutamente scientifica. Se la Luna innalza l'Oceano, potrebbe una cometa, che fosse più grande e più vicina, sconvolgerlo per intero, e portarlo su tutta la superficie della Terra; potrebbe una cometa perturbare il movimento della Luna, anzi

Digitized by Google

costringerla a divenire suo satellite, seco trascinarla nelle più lontane plaghe del cielo, privarne per sempre la Terra, e lasciare perpetuamente oscure le nostre notti. E perchè poi un uguale destino non potrebbe toccare alla Terra stessa? Una potente cometa potrebbe benissimo seco trascinarla nel suo cammino, ed allora noi vedremmo tutto sconvolto intorno a noi: la durata del giorno, quella dell'anno, l'intensità della luce, che in mille guise si riflette e ripercuote nella nostra atmosfera, l'ordine e la temperatura delle stagioni, e con essa la vita, e tutti gli organismi. D'altra parte potrebbe una cometa di piccola massa avvicinarsi alla Terra, ed allora essere da questa trasformata in suo satellite, e forse la Luna stessa in origine era stata una cometa.

Era pur beato Tolomeo colle sue illusioni; per lui la Terra era immobile dominatrice di tutto il creato, che attorno ad essa si aggirava; ora sulla Terra pendeva inesorabile l'ignoto; la sua esistenza stessa era caduca, uno dei grandi corpi dell'universo poteva in un istante distrurla, e Copernico, e Kepler, e Newton e Galileo col loro genio immortale, penetrando il meccanismo della natura avevano fatto doppiamente infelice l'uomo, avevano in lui distrutta la certezza della stabilità del terreno su cui cammina, e dei fenomeni che con periodi misurati si avvicendano attorno a lui. A ragione i Cinesi vegliano attentamente ad ogni istante il cielo; noi lo dobbiamo vegliare come si veglia il campo d'un nemico temuto e sempre attivo. Tutte queste cose furono pensate e furono anche scritte. Sono esse possibili, e, se possibili, sono esse probabili?

Vista la grande facilità con cui alcune comete,

Digitized by Google

quelle del 1770 ad esempio, cambiano l'orbita loro sotto l'influenza di altri corpi, alcuni domandarono a sè medesimi se una cometa possa venire attratta così potentemente da un pianeta, da essere costretta ad aggirarsi intorno ad esso, come un suo satellite. Maupertuis ritenne che tale fu il caso della Luna rispetto alla Terra, ed altri videro nei satelliti di Giove, e in quelli in generale di tutti i pianeti, altrettante comete di altri tempi.

Teoricamente parlando, Du-Sejour stesso fu costretto ad ammettere che, specialmente nel caso di comete le cui orbite sono ellittiche, la cosa è possibilissima; nel caso concreto però dei satelliti del sistema solare essa non possede il minimo grado di probabilità. Tutti i satelliti senza eccezione si muovono intorno al loro pianeta da occidente verso oriente; questo sarebbe inconcepibile ove essi fossero nati da un incontro fortuito di comete col pianeta al quale appartengono; in questo caso vorrebbe la probabilità, che il numero di quelle moventisi in data direzione, fosse uguale o almeno poco diverso dal numero degli altri, moventisi in direzione opposta. Lambert prese a combinare in mille modi le traiettorie di una cometa, per vedere se mai gli riescisse di trasformare la medesima nella nostra Luna. Cadde sempre sopra una qualche contraddizione; talora cadde su traiettorie il cui perielio coincideva col sole stesso, talora su traiettorie nelle quali la Cometa, allorchè entrava nella sfera di attrazione della Terra, aveva una velocità troppo grande per esserne attratta, talora su traiettorie impossibili. Ai satelliti dei pianeti non si può attribuire un'origine fortuita; essi corrispondono ed armonizzano per modo coll'intero sistema del Sole,

Digitized by Google

che si è logicamente costretti ad ammettere, come fece Laplace, l'unità di origine del Sole, dei pianeti e dei loro satelliti.

Temettero alcuni che una cometa, avvicinandosi a breve distanza dalla superficie terrestre, potesse innalzare le acque dell'oceano a prodigiosa altezza, e produrre colla sua massa attraente tutti gli orrori di un'immensa inondazione. La-Lande calcolò, che una cometa delle dimensioni della Terra ad una distanza di tredici mila leghe [1] avrebbe innalzato le acque del mare a due mila tese (3898 metri) sopra il loro livello ordinario, ed inondato quindi tutti i continenti del mondo. Questo calcolo faceva parte di una memoria presentata da La-Lande nel 1773 all'Accademia delle scienze di Parigi, memoria che narra Montucla, doveva essere letta in una certa seduta; non lo fu; ma ciò che se ne disse quel giorno, dopo la seduta, passò di bocca in bocca, e s'accrebbe assai più rapidamente di quanto fosse possibile pensare. Ben tosto si disse che egli aveva annunziata una cometa la quale in un anno, in un mese... in otto giorni doveva produrre la fine del mondo. Queste voci popolari crebbero al punto di produrre un vero sgomento, e il luogotenente di polizia dimandò a La-Lande una pronta spiegazione, atta a rassicurare il pubblico; essa apparve, ma non bastò a dare ragione di tutte le cose assurde, attribuite in quei giorni all'illustre uomo; la moltitudine delle lettere e delle interrogazioni a lui in proposito dirette diminuì solo, dopochè fu pubblicata la parte di memoria, che aveva dato origine a tanto tramestio.

[1] Leghe di quattro chilometri cadauna.

Digitized by Google

Il calcolo di La-Lande era giustissimo, ma esso implicitamente supponeva, che la Cometa si librasse sospesa sopra lo stesso punto della Terra, finchè non fosse prodotto l'effetto della sua attrazione. Ora Du-Sejour dimostrò che, attribuendo all'oceano una profondità uniforme di una lega, dovevano passare undici ore, prima che l'inerzia naturale dell'acqua fosse vinta; che la Cometa non poteva rimanere più che un tempo brevissimo sopra una stessa plaga della Terra, e in grazia della rotazione di questa intorno al suo asse, e in grazia del proprio movimento progressivo; che le acque dell' oceano non sono sparse uniformemente sulle superficie terrestre, e che questo fatto diminuisce d'assai, come si osserva di continuo nelle maree del Mediterraneo, l' elevarsi dell' acque.

D'altra parte la massa attribuita da La-Lande alla sua Cometa fittizia è troppo grande e contraria ad ogni esperienza. Il lettore sa avere Laplace dimostrato, che la Cometa del 1770 non poteva avere una massa uguale a $\frac{1}{5000}$ di quella della Terra; con una tal massa è facile calcolare, che a produrre un'elevazione, uguale alle maree dovute alla Luna, dovrebbe una Cometa avvicinarsi quattro volte più che non quest'ultima alla superficie terrestre; ora ad una tale distanza la velocità angolare della Cometa sarebbe naturalmente così grande, che essa passerebbe oltre, prima ancora di avere avuto il tempo necesrio a produrre simile effetto.

Sarebbe troppo lungo enumerare ad una ad una le catastrofi terribili, che la fantasia di sedicenti scienziati, mal governata, spiegò per mezzo di una qualche cometa fittizia; ma in una monografia di comete sarebbe una vera omissione il non ricordare due ipotesi

Digitized by Google

lungamente celebri, e per l'ingegno grande dei loro autori, e perchè in sè racchiudenti, come in sintesi, quanto di più strano si è sulle comete imaginato.

Whiston per mezzo di comete spiegò l'origine, il passato e l'avvenire della Terra. Secondo lui la Terra stessa in origine fu una Cometa, e al pari di essa, tutti i corpi del sistema, del quale fa parte, furono un tempo altrettante comete. La Cometa terrestre dapprima non ruotava intorno a sè stessa, non aveva per conseguenza l'alternarsi del giorno e della notte, e nemmeno vita alla sua superficie. Dopo migliaia e migliaia d'anni, un'altra Cometa venne dalle profonde regioni dello spazio ad urtarla, e in un solo istante le comunicò il movimento di rotazione, che mai più doveva in seguito arrestarsi. Colla rotazione venne il succedersi del giorno e della notte; e la vita e l'organizzazione cominciarono a svolgersi in tutte le loro forme. Si ebbero allora le supreme delizie del paradiso, la pure innocenza della razza umana, e tante e tante altre cose, che Whiston narra con una forma piena di vigore e di attraenza. Ma venne il pervertimento della nostra razza, venne il Venerdì 28 Novembre, anno Giuliano 2349 prima dell' Era Cristiana, secondo il testo Ebraico moderno, oppure il Lunedì 2 Dicembre dell'anno 2926 secondo il testo Samaritano, e la Cometa, che doveva poi ricomparire l'anno 1680 dell'Era nostra, trovavasi in quel giorno fatale tanto vicina alla Terra, che tutta la involse nella sua coda prodigiosa. Allora avvenne il diluvio universale, ed ogni cosa fu sommersa dalle acque, onde la coda delle comete è, secondo Whiston, composta. Ed un'altra Cometa si aggira nello spazio, che sarà alla Terra ben più fatale che non quella

Digitized by Google

alla quale essa deve il suo moto di rotazione, e quella del 1680, dalla cui coda l'intera superficie terrestre andò sommersa. Questa Cometa, riscaldata ad una temperatura enorme pel suo lungo soggiornare vicino al Sole, avvolgerà il globo in fiamme, e disperderà le ceneri de'suoi elementi nelle vasti regioni del cielo.

Sarebbe perfettamente inutile il soffermarsi di fronte ad un edifizio tutto fantastico; basti il dire, essere quasi dimostrato, che la Cometa del 1680, perno di tutto il sistema Whistoniano, nell'anno del diluvio trovavasi più lontano dalla Terra, di quello che fosse l'11 Novembre del 1680.

Buffon attribuisce alle comete una parte ben singolare nella formazione della Terra, e degli altri pianeti. Secondo Buffon il Sole è una massa di vetro in fusione; una Cometa lo incontrò obliquamente passando pel suo perielio, lo solcò, ne distaccò la seicento cinquantesima parte circa, e continuò il suo cammino spingendo avanti a sè questo vasto torrente di materia liquefatta. Tutte le parti di questo torrente non hanno però acquistato per l'impulso della Cometa una stessa velocità: le parti più dense sono rimaste addietro, le più leggere furono portate più lungi. Di più le parti anteriori, per la loro forza attrattiva, accelerarono il movimento di quelle che loro venivano dopo, e queste per contro, in virtù della forza stessa, ritardarono il movimento dell'altre che loro precedevano. Queste parti diverse si riunirono a poco a poco in corpi distinti, e diedero per tal modo origine ai pianeti.

La Cometa, solcando obliquamente il Sole, necessariamente impresse un movimento di rotazione alle parti che in seguito spinse avanti a sè; ne nacque

Digitized by Google

la rotazione comune a tutti i pianeti, tanto più rapida, quanto meno è densa la materia ond'essi sono composti, o, ciò che vale lo stesso, quanto più il pianeta è lontano dal Sole. Le parti meno dense della Terra, di Giove e di Saturno si sono separate, in grazia della loro forza centrifuga, dal corpo dei rispettivi pianeti, si sono addensate in corpi distinti e hanno formato la Luna, e gli altri satelliti.

Tutto questo non è che una curiosità storica, alla quale Buffon aggiunse lo splendore del suo ingegno e il prestigio del suo nome. Pure anche astraendo da tutte le idee di Whiston e di Buffon, anche attribuendo ad imaginazioni soverchiamente eccitate gli effetti, attribuiti alle Comete più delle altre approssimantisi alla Terra, effetti che, si può dimostrare, sono, per la natura stessa delle comete, sempre minimi e insensibili, sarebbe affettare una falsa sicurezza, il far astrazione dagli effetti di un reale incontro di una Cometa col nostro pianeta.

Questo incontro è fra le cose possibili. Quando si pensa che acciò esso succeda è necessario che la Cometa sia nel piano dell'orbita del pianeta, che il raggio vettore suo sia esattamente uguale alla distanza del pianeta dal Sole, che le orbite della cometa e del pianeta abbiano un punto comune, e i due corpi vengano a passare in uno stesso istante proprio per quel punto; quando si pensa alla immensità degli spazî celesti, attraverso ai quali le comete e i pianeti si muovono; quando si pensa che in un campo di battaglia così angusto, così minimo rispetto al mondo, migliaia di proiettili incrociano la loro via senza mai urtarsi; si sente, si capisce che l'incontro di una cometa e di un pianeta è infinitamente poco proba-

Digitized by Google

bile, ma non si può rigorosamente dimostrare che esso sia impossibile.

Gli effetti di un tale urto si possono facilmente imaginare, e ad esso pensando Halley esclamò: « *Collisionem vero, vel contactum, tantorum corporum ac tanta vi motorum (quod quidem manifestum est, minime est impossibile) avertat Deus Optimus Maximus!* » Se i due corpi si muovono in uno stesso senso gli effetti dell'urto possono essere minimi, ma se i due movimenti hanno direzioni opposte le conseguenze devono essere ben gravi e permanenti. Qui non è nemmeno il caso di pensare alla piccolezza delle masse cometarie, poichè questa viene ampiamente equilibrata dalla loro velecità. Secondo Milne la velocità perielia della Cometa del 1680 fu di 58 Kilometri circa per ogni minuto secondo; ebbene supponendo che una cometa, animata da una velocità di 57,500 metri circa per ogni secondo, venisse a incontrare la Terra, moventesi alla sua volta con una velocità di 29,000 metri, l'urto sarebbe tale da distruggere il movimento progressivo dei due corpi, e farli cadere amendue nel Sole, ove la cometa avesse una massa uguale alla metà della massa terrestre, quaranta volte circa la massa della Luna. È vero che una simile massa non fu mai osservata nelle comete, ma anche con masse molto minori l'urto non potrebbe certamente riescire insensibile.

Vi sono però considerazioni di un ordine diverso, tratte da un campo non esclusivamente matematico, le quali rendono un tale urto non solo pochissimo probabile, come per altra via fu già dimostrato, ma quasi impossibile. Primieramente Laplace, abbracciando con vedute sintetiche tutto il sistema planetario, di-

Digitized by Google

mostrò essere sommamente improbabile, che qualcuno dei pianeti abbia urtato nel corso del tempo una cometa, in modo da averne sensibilmente perturbato quel movimento, che fin dalla sua origine gli è caratteristico. Ritenendo che tutte le circostanze dei fenomeni planetari sieno dovute a certe cause generali, le quali produssero la disposizione delle parti diverse del sistema solare, Laplace affermò che assolutamente nessuna cometa venne mai a contatto coi pianeti, o almeno solo comete di masse tanto piccole da non essere atte a perturbare in modo sensibile gli elementi primitivi delle orbite planetarie. Non si può dubitare, egli dice, che se una cometa, di massa uguale a quella della Luna, avesse urtato o il nostro satellite, o qualcuno di quelli di Giove, avrebbe ad un tempo fatte le orbite loro estremamente eccentriche. L'urto di una cometa, egli aggiunge, di massa anche non superiore alla millesima parte della massa lunare, sarebbe bastato a dare valori sensibili alla librazione reale sì della nostra Luna, che dei satelliti di Giove.

Secondariamente si vedrà più sotto (§ XIV) che le comete molto probabilmente accompagnarono già nel suo movimento di traslazione pello spazio quell'immensa nebulosa primitiva, dalla quale secondo Laplace si svolse tutto il nostro sistema. Esse non sono, come finora in generale si è creduto, corpi estranei al nostro sistema, erranti di stella in stella, di sistema in sistema. Da ogni tempo esse formano parte integrante del nostro sistema, esse entrano nell'armonia generale delle sue parti, nè c'è ragione di dubitare, che debbano nel medesimo essere solo cagione di turbamento e di distruzione.

Digitized by Google

XIII.

Il numero delle comete. La vita nelle comete.

Il professore Carl, cercando nella Cometografia di Pingrè quelle Comete, della cui apparizione Pingrè stesso crede di non poter dubitare, ne enumerò dall'anno 612 prima di Cristo, all'anno 1599 dopo Cristo, quattrocento e cinquantacinque. Esse sono distribuite in vario modo per ogni secolo e di esse

fra il	612	e il	500	avanti C.	se ne	contano	3
»	499	»	400	»		»	6
»	399	»	300	»		»	7
»	299	»	200	»		»	5
»	199	»	100	»		»	18
»	99	»	0	»		»	14
»	0	»	99	dopo C.		»	21
»	100	»	199	»		»	18
»	200	»	299	»		»	35
»	300	»	399	»		»	21
»	400	»	499	»		»	19
»	500	»	599	»		»	24
»	600	»	699	»		»	21
»	700	»	799	»		»	13
»	800	»	899	»		»	31
»	900	»	999	»		»	20
»	1000	»	1099	»		»	28
»	1100	»	1199	»		»	22
»	1200	»	1299	»		»	25
»	1300	»	1399	»		»	31
»	1400	»	1499	»		»	35
»	1500	»	1599	»		»	38

Digitized by Google

Naturalmente tutte queste comete furono visibili all'occhio nudo, perchè osservate in tempi nei quali ancora non si avevano cannocchiali [1], e di esse solo quarantanove furono dai contemporanei descritte in modo, da poterne ora determinare un'orbita approssimata.

Durante il secolo decimosettimo si incontrano notizie di solo ventisette comete, tutte viste ancora ad occhio nudo; per diecinove di esse si possede un'orbita sufficientemente approssimata, e fra queste, quelle del 1607 e del 1682 furono apparizioni della Cometa periodica di Halley (§ VII).

Nel secolo decimo ottavo furono osservate sessantanove comete, delle quali trentatrè telescopiche, trentasei visibili ad occhio nudo; la prima delle comete telescopiche che mai siasi osservata, fu quella del 1729; di sei sole, fra le comete apparse in questo secolo, non si conosce l'orbita, e fra le comete periodiche furono nel medesimo osservate la Cometa di Halley nel 1759, quella di Biela nel 1772, e quella di Encke due volte nel 1786 e nel 1795.

Nella parte già trascorsa del secolo decimonono furono osservate, le periodiche comprese, cento settant'otto comete, delle quali, per la massima parte telescopiche, vennero ad un tempo determinati gli elementi delle orbite.

Fatta la somma noi abbiamo quindi notizia certa di 729 comete, e per 309 di esse conosciamo ad un tempo le orbite. Fra queste ultime noi ne abbiamo trovate 73 per le quali il perielio cade fra Mercurio e il Sole,

[1] Il lettore sa che l'invenzione dei cannocchiali risale solo all'anno 1609.

Digitized by Google

82 per le quali cade fra Venere e Mercurio, 87 per le quali cade fra la Terra e Venere, 50 per le quali cade fra Marte e la Terra, e sole 17 per le quali cade un po' al di là di Marte. Le comete quindi possono già mostrarsi, allorchè nel loro corso raggiungono una distanza minima dal Sole poco superiore alla distanza media di Marte [1], ma la massima parte delle comete visibili si avvicinano al Sole assai più che la Terra, anzi il numero di quelle, la cui distanza perielia è minore della distanza media di Venere dal Sole, è esattamente doppio di quello delle comete, la cui minima distanza dal Sole è compresa fra le distanze medie di Venere e della Terra.

Tutto questo si spiega facilmente. Le comete che passano fra Mercurio e il Sole, quelle che passano fra la sfera di Mercurio e quella di Venere, devono naturalmente, più delle altre, sentire l'influenza, di qualunque natura essa sia, del Sole, e divenire quindi nel loro corso più intensamente luminose. Per la loro distanza dalla Terra esse hanno inoltre un debole movimento apparente, ed è assai difficile, che le medesime o in quel tratto della loro orbita, che percorrono avvicinandosi alla Terra, o in quello, che percorrono allontanandosene, non divengano visibili. Nell'istante in cui le comete toccano il loro perielio, può la Terra essere anche in opposizione od in congiunzione con esse e col Sole, chè il tempo, dalle comete impiegato a girare nella loro orbita attorno al Sole, permetterà sempre alla Terra di vedere le stesse o prima del crepuscolo del mattino o dopo quello della sera.

[1] Prendendo per unità la distanza media dalla Terra al Sole, quella di Marte è espressa dal numero 1,524.

Digitized by Google

Per le comete invece, il cui perielio giace a maggiori distanze dal Sole, le cose succedono in modo ben diverso. L' efficacia dell' influenza solare sopra di esse è assai minore, ed è raramente bastevole ad eccitare nelle medesime fenomeni intensamente luminosi; se esse si avvicinano di molto alla Terra, il loro movimento apparente diviene velocissimo, percorrono in un giorno dieci, venti e più gradi della sfera celeste, e ben presto sfuggono ad ogni osservazione; anche in circostanze più favorevoli la loro visibilità è sempre di breve durata, ed in generale poi, solo in poche e vantaggiose posizioni della Terra nella propria orbita, possono essere vedute.

Non v'è dubbio quindi, che molte e molte comete passano il loro perielio senza divenire visibili, e che il numero delle comete osservate è di gran lunga inferiore a quello delle esistenti. Lambert a questo proposito fa un calcolo curioso. Egli prende a considerare le poche comete (24), delle quali Halley calcolò le orbite, e ferma la sua attenzione sopra le sei fra esse, il cui perielio cade internamente alla sfera di Mercurio; egli suppone, che al di là della sfera di Saturno più non esistano perielî di comete, sebbene espressamente dica non esservi ragione alcuna ad ammettere una tal restrizione; stabilisce in fine, che il numero dei perielî nello spazio cresca come i quadrati delle sue dimensioni lineari.

Ciò posto, soggiunge Lambert, il calcolo è facile. Il quadrato della distanza di Saturno dal Sole è 600 volte maggiore di quello della distanza di Mercurio, e il numero dei perielî ossia delle comete esistenti nella sfera di Saturno, è per conseguenza

Digitized by Google

uguale a 6 moltiplicato 600, ossia a 3600. Ciò nell'ipotesi che solo sei comete abbiano il loro perielio fra Mercurio e il Sole, ipotesi evidentemente inferiore al vero. Ma se io, continua Lambert, prendo per unità la distanza perielia della Cometa del 1680, distanza 60 volte minore della distanza media di Mercurio dal Sole, evidentemente sono condotto ad ammettere già 3600 comete nell' interno della sfera di Mercurio, ed in questa ipotesi il numero di quelle esistenti dentro alla sfera di Saturno viene ad essere 3600 moltiplicato 600, ossia più che due milioni.

Noi potremmo ripetere il calcolo di Lambert partendo dalle 73 comete realmente osservate, appartenenti all' interno della sfera di Mercurio; e notando, che il medesimo è molto inferiore al vero, poichè delle 455, di orbita ignota viste prima del 1599, certamente moltissime si avvicinarono al Sole più che Mercurio; e considerando, invece che la sfera di Saturno, quella di Urano, o meglio quella di Nettuno arriveremmo senza dubbio a numeri prodigiosi, ben maggiori di quelli trovati da Lambert. Ma non lo facciamo, poichè questo genere di calcoli fallisce al proprio scopo, e non riesce che a numeri astratti, pernulla positivi, e in sè contenenti neppur l'ombra di una dimostrazione rigorosa.

D' altra parte basta pensare, che nel presente secolo furono osservate in media 2,5 comete per ogni anno, che molte comete passano non vedute, o perchè un tempo lungamente annuvolato le nasconde ad ogni ricerca, o perchè si trovano sull' orizzonte insieme al Sole, o anche perchè fatalmente i loro raggi luminosi non infilano il cannocchiale di un cacciatore di comete; basta considerare che tutte

Digitized by Google

le comete, i cui perielii giacciono nell'interno delle sfere di Saturno, di Urano, di Nettuno o sopra quella di Giove, sono assolutamente invisibili dalla Terra, per persuadersi che il numero di esse, realmente esistenti nello spazio, è veramente grandissimo; saranno milioni, saranno più e più migliaia, non si sa, ma certamente sono moltissime.

Si aggirano dominate da quella forza stessa, che governa tutta la materia dell'universo; le plaghe più diverse e più lontane del sistema solare loro appartengono ugualmente; il maggior freddo e la fioca luce dei pianeti più lontani dal Sole, il calore intenso e la luce abbagliante dei pianeti inferiori si avvicendano a lunghi intervalli sovr'esse, che da tempo immemorabile, prima ancora che l'uomo sospettasse la loro esistenza, percorrono silenziose le vie del cielo.

In una goccia d'acqua un potente microscopio vede miriadi di piccolissimi animali; questo sistema, al quale apparteniamo, quanto più si studia tanto più si complica, e si popola di sfere. Se le comete sono altrettanti pianeti, questi riempiono, bisogna dire, tutto lo spazio attorno al Sole. Le plaghe immense, che separano Mercurio dal Sole e da Venere, la Terra da Venere e da Marte, la zona dei piccoli pianeti da Marte e da Giove, Saturno da Giove e da Urano, Nettuno da Urano non sono vuote; un numero immenso di sfere popola le medesime, sfere che molto probabilmente sono esse pure il soggiorno di una qualche vita.

Per qualche tempo pensando al grande avvicinarsi di alcune Comete al Sole, al loro successivo allontanarsene, ed alle conseguenti variazioni di

Digitized by Google

temperatura si credette ogni vita incompatibile colle comete. Newton calcolò, che la Cometa del 1680 durante il suo perielio prende tal temperatura, che supera di vent'otto mila volte il massimo nostro calore estivo, ed ancora di due mila volte la temperatura del ferro portato a bianco; durante il suo afelio invece soggiace a tal freddo, che sarebbe capace di agghiacciare la nostra atmosfera. Ma primieramente non tutte le comete tanto si avvicinano al Sole, quanto quella del 1680; secondariamente poi, le comete, abbiano o no un nucleo solido, tutte indistintamente sono circondate da atmosfere immensamente più profonde di quella della Terra; e l'assorbire, che esse naturalmente fanno dei raggi solari, deve moltissimo affievolirne l'efficacia, e rendere pressochè impossibili le temperature estreme calcolate da Newton.

Certamente vita analoga a quella della Terra è impossibile nelle comete, ma da questo alla negazione assoluta di ogni vita corre troppo gran tratto. Se sulla Terra stessa ci sono gli animali fatti per l'acqua, quelli fatti per l'aria, quelli fatti per la zona torrida, quelli fatti per la zona glaciale, niente è più arbitrario, che l'asserire non vi possa essere una vita compatibile colla natura delle comete.

D'altra parte il nostro pianeta non fu sempre nelle attuali sue condizioni; tutto cospira a far credere, ch'esso fu un tempo interamente fluido, e che in seguito passò per evoluzioni grandissime, e per stadi diversissimi. La vita sulla Terra è dessa antica quanto la Terra stessa, accompagnò dessa la medesima in tutti gli stadi della sua esistenza, prendendo successivamente forme diverse, oppure si svolse solo più

Digitized by Google

tardi, quando le condizioni della superficie terrestre cominciarono ed essere analoghe alle attuali? Molto probabilmente il primo modo di concepire la vita sulla Terra è il più vero, ed il più conforme ai fatti naturali; e in tal caso la vita sulla Terra interamente fluida sarebbe un grande fondamento, per concludere ad una qualche vita, attualmente esistente sulle comete, ma qui abbiamo posto piede sopra un terreno irto di difficoltà e di controversie, ed al quale siamo perfettamente profani, bisogna ritrarnelo. In Inghilterra e in Germania questo problema dell'origine della vita sulla Terra è ardentemente dibattuto; esso involge le questioni più gravi, quelle che più da vicino toccano l'umanità, non può essere trattato così per incidenza, e noi lo abbandoniamo, anche perchè in fondo poi esso non è astronomia.

Digitized by Google

XIV.

Gruppi di comete. D'onde vengano le comete.

Poichè il numero delle comete è senza dubbio grandissimo, è spontaneo il domandarsi se esse tutte esistano nello spazio come corpi isolati, oppure formino nel medesimo alcuni gruppi e sistemi speciali. Il professore Hoeck fece a questo proposito delle indagini curiosissime, e riescì a dimostrare che di simili sistemi più d'uno s'incontra frà le comete finora osservate.

Secondo Hoeck, le comete 1677, 1683, III 1860, I 1863, VI 1863 verso l'anno 757 dell'êra volgare si trovavano aggruppate in una regione non molto estesa dello spazio, alla distanza dal Sole di 600 raggi dell'orbe terrestre. Nello avvicinarsi al Sole crebbero le differenze delle loro velocità, e quindi anche le loro reciproche distanze, in guisa da passare al perielio a quasi due secoli di intervallo. Hoeck pensa inoltre che le comete ci sieno inviate dalle stelle fisse più prossime, e discutendo le circostanze di parecchi gruppi di questi astri, ha trovato, che centri di emanazioni cometarie probabili o almeno possibili devono trovarsi nel cielo in sette direzioni.

La prima di queste tende alla stella *gamma* del-

Digitized by Google

l'Idra nell'emisfero australe, e da questa sembra venuto il gruppo delle cinque comete più sopra nominate; la seconda va nella direzione del Pavone, e da essa vennero le comete 1739, II 1793, 1810 e V 1863; la terza tende alla coda del Centauro, ed è probabile sieno da essa venute le comete 1764, 1774, 1787 e III 1840; la quarta accenna alla Colomba, e secondo essa sarebbero venute le comete 1596, I 1781, III 1790, I 1825, II 1843, III 1863, II 1785, II 1818, III 1845, III 1857 e IV 1857; la quinta, che accenna ad un punto della Via Lattea situato fra l'Aquila e Cerbero, avrebbe dato le comete 1773, I 1808, II 1826, e II 1850; dalla sesta, che va alla stella *mú* dei Gemelli, sarebbero venute le comete 1689, 1698, IV 1822 e I 1850; secondo la settima finalmente, diretta ad un punto del cielo compreso fra la Vergine, il Serpente e Boote sarebbero arrivate le comete II 1618, 1723, II 1798, II 1811, I 1849.

Queste idee di Hoeck in quanto riguardano i sistemi speciali di comete sono assai verosimili, e col moltiplicarsi delle comete conosciute possono essere sempre più confermate, e può crescere d'assai il numero dei sistemi, in ciascuno dei quali più comete vengono ad aggrupparsi: ma in quanto riguardano alcune stelle fisse, come centri di emanazione di gruppi cometari, sono soggette a qualche non lieve obbiezione.

Sotto questo secondo punto di vista esse si connettono evidentemente colle idee di Laplace intorno all'origine delle comete. Si sa che Laplace, in una ipotesi celebre e sempre più confermata dai fatti, ritenne che il Sole, i pianeti e tutti i satelliti abbiano in origine formato una grande ed unica sfera

Digitized by Google

gassosa, le cui dimensioni si spingessero molto al di là dei limiti del presente sistema planetario, e che da questa immensa sfera, in grazia del movimento di rotazione dal quale la suppone animata, siansi ad uno ad uno staccati altrettanti anelli, i quali poi si addensarono nei pianeti e loro satelliti. Ora Laplace pensando alle proprietà delle orbite cometarie, tanto diverse da quelle dei pianeti, alla loro grande eccentricità, alle loro inclinazioni che passano per tutti i valori possibili, ritenne le comete come corpi estranei alla grande nebulosa primitiva, che in sè tutto implicitamente racchiuse il sistema planetario. Secondo Laplace le comete sono piccole nebulose erranti fra stella e stella, formate dal condensarsi della materia celeste ond'è pieno l'universo; desse allorachè pervengono nella parte dello spazio, dove l'attrazione del Sole è predominante, prendono a descrivere orbite speciali attorno ad esso, e divengono a noi visibili.

Questo modo speciale di considerare le comete condusse naturalmente Laplace ad esaminare il modo, con cui corpi appartenenti in origine allo spazio stellato, hanno potuto penetrare nell'interno del sistema solare. Lo studio di questo problema condusse Laplace ad affermare, potersi scommettere sei mila contro uno, che una nebulosa, la quale penetra nella sfera di attività del Sole in modo da rendersi in essa visibile alla Terra, descriverà o una elisse allungatissima, o una iperbola, che, per la grandezza del suo asse, si confonderà sensibilmente con una parabola in quel tratto specialmente, che potrà essere osservato. E poichè le orbite cometarie o sono elissi allungate, o si lasciano rappresentare da un arco

Digitized by Google

di parabola, Laplace tanto più si confermò nelle proprie idee, e dopo Laplace tutti ritennero più che sufficientemente dimostrato essere le comete corpi estranei al nostro sistema.

Ma in questi ultimi anni il professore Schiaparelli fu condotto dalle sue speculazioni cosmologiche, oramai universalmente note, a considerare del pari corpi estranei al nostro sistema, ed il modo con cui i medesimi possono penetrare nell' interno di esso. Alcune riflessioni generali sulle condizioni del problema [1] portarono dapprima lo Schiaparelli a sospettare maggiormente probabili le orbite fortemente iperboliche, che non le paraboliche, e lo condussero quindi ad esaminare attentamente la memoria di Laplace, nella quale questo sommo uomo era arrivato ad una conseguenza opposta. In questa disamina Schiaparelli [2] trovò, che Laplace aveva fatto alcune supposizioni arbitrarie, e che, nella sua analisi, aveva negletto come trascurabile un termine, il quale invece è considerevolissimo. Per tal modo egli dimostrò, che se un corpo celeste, appartenente al sistema delle fisse, entra nella sfera di attrazione del Sole, in condizioni tali da penetrare nell'interno del sistema solare, e da rendersi a noi visibile, è pochissimo probabile, che si avvicini a noi in un'orbita poco diversa dalla parabola, ed è al contrario quasi certo, che il suo corso sarà fortemente iperbolico.

[1] Entwurf einer Astronomischen Theorie der Sternschnuppen von G. V. Schiaparelli Director der Sternwarte zu Mailand, aus dem Italienischen übersetzt von G. von Boguslawshi — Stettin 1871.

[2] Ibid. . . Nota settima.

Digitized by Google

Questo dimostrato, l'idea di Laplace sull'origine delle comete cade naturalmente. Appunto perchè le comete hanno orbite generalmente paraboliche, non possono essere corpi estranei al sistema solare, attratti nell'interno di esso dalla massa potente del Sole; ove ciò fosse le orbite loro sarebbero fortemente iperboliche.

Le comete, secondo Schiaparelli, arrivano a noi dalla profondità degli spazii stellati, ma la forma parabolica delle traiettorie da esse percorse, fa vedere, che nel numero indefinito dei corpi, i quali popolano gli spazi, desse formano una classe a parte distinta da un carattere speciale, carattere a noi reso manifesto dalla forma della loro orbita, che per gli altri corpi la teoria dimostra essere la meno probabile. Nè è difficile trovare in che cosa consista questa loro proprietà caratteristica. Un corpo, che arriva dagli spazii stellati, non descrive attorno al Sole un'orbita quasi parabolica, se non quando la velocità e la direzione del suo moto proprio sono quasi esattamente uguali alla velocità e alla direzione del moto proprio del Sole. Le comete quindi formano fra le stelle fisse e gli altri corpi estraplanetari un sistema distinto, di cui tutti i membri accompagnano il Sole nel suo moto proprio attraverso gli spazii stellati. Di questo sistema il Sole fa parte se non come centro unico e principale, almeno come uno dei centri di maggior massa e di maggior attrazione, a cui i corpi minori del sistema servono, almeno temporariamente, come satelliti. Le comete tutt'altro che essere corpi erranti, come diceva Laplace, di stella in stella, hanno molto probabilmente coesistito a quella immensa nebulosa, sintesi del si-

Digitized by Google

stema planetario, ideata da Laplace: accompagnano da ogni tempo il Sole e tutti i pianeti in quel movimento di traslazione attraverso agli spazii indefiniti del cielo, cui le osservazioni hanno con ogni rigore dimostrato, e allorquando, per essere esse più o meno veloci del Sole, raggiungono una maggior vicinanza a questo, prendono a descrivere, da esso attratte, orbite quasi paraboliche, e in esse divengono a noi visibili.

Questa idea interamente nuova di Schiaparelli, che il Sole con numerosi altri corpi formi nel gran sistema stellato, un sistema a parte, mosso con leggi sue proprie, non è senza analogia.

« Studiando, scrive lo Schiaparelli stesso, i moti proprii delle stelle fisse, si può riconoscere facilmente, come in certe regioni esistano numerose stelle moventisi di moto proprio quasi uguale e parallelo. Questa specie di correnti stellari può soltanto in parte essere un effetto parallattico del movimento del sistema solare; nel più dei casi è un fenomeno reale. È inevitabile ammettere, che tutti questi corpi dotati di moto comune abbiano formato, fin dai tempi in cui ebbe origine il mondo stellato, un sistema a sè, i cui membri, anche dopo dispersi in ispazi occupati da altri corpi estranei, hanno conservato il loro moto comune, e con esso un segno della loro uguale origine. Nella ipotesi di Herschel circa la formazione del mondo stellato per mezzo della condensazione della materia nebulare, si potrebbe rendere conto di questi fatti supponendo, che tutte le stelle, dotate di un moto uguale e parallelo nello spazio, appartenessero in origine ad una medesima porzione di massa nebulosa, il cui movimento si è continuato, anche dopo

Digitized by Google

avvenuta la sua concentrazione in un numero più o men grande di corpi celesti. Una simile massa nebulosa sarebbe stata la madre comune del sistema solare e delle comete. Le comete sarebbero non già dipendenze del sistema solare, come alcuni hanno creduto, ma avrebbero col sistema solare una relazione di fratellanza o di origine comune, siccome nate col sistema solare, in una medesima porzione della materia nebulare primitiva, ed accompagnanti anche oggi il sistema solare nella sua conosciuta orbita cosmica.... »

Digitized by Google

XV.

Relazioni fra le comete e le stelle cadenti.

Il lettore sa, che cosa sia una stella cadente. Più volte il nostro occhio, errante senza scopo dall' una all'altra stella del cielo, vede d' un tratto un punto brillante correre rapidamente attraverso alle varie costellazioni, e scomparire dopo brevi istanti, senza lasciare di sè traccia alcuna. Pare quasi che una delle stelle innumerevoli, onde è sparso il firmamento, si stacchi improvvisamente dalla vôlta celeste, guizzi senza legge sopra un tratto di questa, e vada e spegnersi poco lungi dal suo punto di partenza; quella è una cadente.

Si è creduto dapprima, che le cadenti fossero un prodotto della nostra atmosfera, meteore luminose e nulla più; più tardi le si son fatte venire dalla Luna; più tardi ancora le si sono considerate come appartenenti al sistema planetario, ma esse non sono nulla di tutto ciò. Esse si muovono con velocità di un ordine interamente planetario, in una frazione di secondo percorrono spazii grandissimi, ed in un secondo di tempo si trasportano in generale a distanze, comprese fra i sedici e i settanta chilometri. Esse appaiono ad altezze diverse sulla superficie ter-

Digitized by Google

restre; alcune furono viste ad un' altezza perfino di 200 chilometri, altre ad altezze inferiori, anche a soli 50 chilometri; le più belle fra esse appaiono ad altezze comprese fra i 90 e i 100 chilometri, e si estinguono ad altezze, che vanno dai 30 ai 50 mila metri. Non v'è dubbio, che la loro incandescenza, e quindi i fenomeni luminosi in mezzo ai quali appaiono, sono dovuti unicamente alla loro grande velocità, ed al calore sviluppato dalla compressione degli strati aerei, che esse attraversano.

I fatti hanno dimostrato, che molte delle traiettorie, percorse dalle stelle cadenti, divergono da un punto unico, o da un ristretto spazio della sfera stellata (radiante). Dapprima si osservò questo fatto caratteristico nelle cadenti dell' Agosto (Perseidi), e in quelle del Novembre (Leoneidi); il radiante delle prime si trova fra le costellazioni di Perseo e di Cassiopea, in uno spazio prossimo alla stella *eta* di Perseo, quello delle seconde è prossimo alla stella *gamma* del Leone. Ma in seguito si riconobbe, che tutte le stelle cadenti, con rarissime e dubbiose eccezioni, sono raccolte in un numero determinato di sistemi, irradianti da altrettanti punti della sfera celeste, e non distinti dai sistemi di Agosto e di Novembre, che per la minor quantità di stelle in ciascun sistema contenute.

Per un gran tempo l'attenzione degli astronomi non fu rivolta, che ai due sistemi di cadenti del Novembre e dell'Agosto. Nel Novembre del 1799, e in quello del 1833 erasi osservata in America una quantità prodigiosa di stelle cadenti, tale da poterla, senza figura rettorica alcuna, chiamare una vera pioggia. Si ritenne, che una grande nube meteorica girasse

Digitized by Google

in un' orbita chiusa attorno al Sole, e ad intervalli determinati di tempo venisse a incontrare l'atmosfera terrestre, producendo così la pioggia osservata. Olbers, partendo dall'intervallo di 34 anni, che corse fra le apparizioni straordinarie del 1799 e del 1833, aveva fissato al 1867 il ritorno della medesima, ma ricerche posteriori del prof. Newton di America avevano determinato più esattamente il periodo in trentatre anni ed un terzo, onde già nel 1866 gli astronomi si prepararono ad osservare il raro fenomeno. Nella notte dal 13 al 14 Novembre infatti si rovesciarono sull' Europa veri nembi di stelle cadenti; durante la medesima all' Osservatorio astronomico di Greenwich furono osservate non meno di 8317 cadenti, delle quali 4860 fra le ore 1 e 2 dopo mezzanotte.

Nel mese di Agosto ogni anno da gran tempo si osserva il ritorno di quelle cadenti, le cui traiettorie paiono tutte divergere dalla costellazione di Perseo. Si ammise l'esistenza di un anello di asteroidi continuo, risultante cioè da una serie di asteroidi continua e non interotta, intersecante in un certo punto l' orbita descritta dalla Terra; naturalmente quando questa viene ogni anno a passare per quel punto, ci ha l'incontro degli asteroidi colla nostra atmosfera, e quindi una pioggia di cadenti.

Ma alloraquando si riconobbe che tutte le stelle cadenti si lasciano ridurre a certi sistemi, irradianti da punti determinati del cielo, non bastò più naturalmente nè una sola nube meteorica, come quella invocata per spiegare il fenomeno di Novembre, nè un solo anello di asteroidi, come quello imaginato per dar ragione del fenomeno di Agosto. Si fu allora

Digitized by Google

che il professore Schiaparelli, considerando la questione sotto un nuovo punto di vista, fu condotto a stabilire sul corso e sull' origine delle stelle cadenti una nuova teoria, ora già universalmente accettata.

Nell' accennare a questa teoria seguiremo il metodo storico, poichè, sotto un punto di vista popolare, quanto le teorie stesse, importa conoscere le strade, per le quali lo spirito umano alle medesime è pervenuto. Nel 1866 Schiaparelli dimostrò, che una nuvola cosmica, vagante per gli spazii stellari, allorchè viene attratta dalla massa potente del Sole, non può arrivare al medesimo, se non deformandosi progressivamente, in guisa da assumere la figura di corrente parabolica, lunghissima e sottilissima, qualunque sia la sua figura primitiva.

A farsi di questo un qualche concetto, si supponga una massa nebulosa situata verso il limite della sfera di attività del Sole, la quale cominci per conseguenza a sentire l' influsso dell' attrazione solare. Il suo volume essendo considerevole, e le distanze dei suoi punti dal Sole assai differenti, ne nasce, che le parti della massa nebulosa, inegualmente distanti, acquistano col tempo velocità ineguali, e che, mentre tutte passano poi a distanze perielie pochissimo diverse fra loro, passano invece il perielio della propria orbita a tempi fra loro molto distanti. Ne nasce inoltre, che le differenti parti della nebulosa primitiva percorrono orbite fra loro molto simili, e si seguono l'una l'altra, formando una specie di catena, o meglio fiumana cosmica, che impiega un tempo straordinariamente lungo a passare attorno al Sole. Questa fiumana o corrente risulta da tante orbite paraboliche, e rappresenta fisicamente e visi-

Digitized by Google

bilmente le orbite delle parti diverse della nebulosa primitiva, così come un getto d'acqua rappresenta la traiettoria parabolica dei proiettili.

Schiaparelli dimostrò inoltre, che le stelle cadenti, prima di incontrare la Terra, percorrono nello spazio orbite paraboliche; e poichè il fenomeno dell'irradiare delle cadenti da un punto comune della sfera celeste può spiegarsi solo ammettendo meteore moventisi in orbite parallele attraverso allo spazio, e poichè dall'una parte le orbite delle cadenti nello spazio sono paraboliche, e dall'altra secondo altrettante parabole si muovono le parti diverse della nebulosa ideata da Schiaparelli, rimangono perfettamente spiegati tutti i fatti, scoperti dall'osservazione nelle stelle cadenti.

Bisogna per questo imaginare lo spazio percorso da una moltitudine di fiumane cosmiche, generate nel modo più sopra spiegato, incurvantisi in forma di parabola attorno al Sole, come intorno a foco comune, e di tale lunghezza da impiegare centinaia e migliaia di anni nel passaggio al perielio. Ogni qual volta la Terra nel suo movimento di traslazione verrà ad incontrare una tal corrente attraversandola, un certo numero di corpi costituenti la corrente stessa percorrerà attraverso alla nostra atmosfera una traiettoria apparente, dovuta alla composizione del proprio movimento con quello della Terra, e darà origine ad un sistema, e ad una radiazione di cadenti. Se la corrente poi è lunghissima, la Terra la attraverserà ogni anno in uno stesso punto, incontrando a ciascun passaggio corpuscoli diversi, da quelli incontrati negli anni precedenti, ma producenti però sempre una stessa radiazione. Eviden-

Digitized by Google

temente in questo modo sono spiegati tutti i sistemi di cadenti analoghi a quello dell'Agosto.

Una teoria analoga spiega il sistema delle Leoneidi. Una nube cosmica, la quale non si è ancora, come le precedenti, sfasciata in corrente, può, di molto avvicinandosi ad uno dei grandi pianeti, essere costretta ad un' orbita di breve periodo, e di piccola distanza perielia. Questa nube allora nel suo passaggio al perielio può dalla diversa attrazione del Sole sulle sue parti diverse, venire dispersa in modo, che essa vada a poco a poco allungandosi sempre più lunghesso la propria orbita, fino a trasformarsi in un anello chiuso e continuo. Gli asteroidi di Novembre sono appunto un anello ellittico di questa specie, in via di formazione. Essi non occupano ancora che una piccola parte dell'ellisse da loro descritta, e non impiegano più che due o tre anni nel passare al perielio. Ma col tempo il fenomeno diventerà meno intenso, e durerà maggior numero di anni fino a che si trasformerà in uniforme e continuo, estendendosi a tutti i trentatre anni del periodo.

Arrivato a questo punto della propria teoria, lo Schiaparelli fu condotto, dalla natura delle orbite cometarie e delle cadenti, a sospettare una qualche analogia fra queste due classi di corpi. Arditamente si pose ad investigare, se non esistano sistemi misti, nei quali stelle meteoriche e comete si trovino insieme congiunte a percorrere la medesima orbita. Questo più che altro fu un sentimento giusto, una intuizione felice del vero, cui in seguito i fatti confermarono intieramente.

Le orbite descritte nello spazio dalle stelle di Agosto, e quella della grande Cometa, apparsa nell'Ago-

Digitized by Google

sto del 1862, sono perfettamente identiche. La Cometa del 1862 è dunque una delle cadenti di Agosto, e probabilmente la principale fra tutte.

La sua orbita è tutta compresa nello spazio occupato dalla corrente meteorica, non incontra però l'orbita della Terra, sebbene passi a questa assai vicina, e ad una distanza, che poco supera i 400 mila miglia, e che verrebbe dalla Terra, colla sua velocità orbitale ordinaria, percorsa in circa sei ore e mezza.

Le osservazioni hanno ancora dimostrato, che la Cometa I 1866 percorre nello spazio attorno al Sole un'orbita ellittica, con periodo di poco più che 33 anni; lo sciame delle Leoneidi percorre del pari una ellisse, ritornando ad uno stesso punto di essa, passati 33 anni circa. Le posizioni delle due orbite nello spazio si corrispondono esattamente, nè si può dubitare che la Cometa I 1866 non sia essa pure una delle cadenti di Novembre [1].

Altre comete si incontrano nei cataloghi, che ap-

[1] A persuadersene basta gettare l'occhio sugli elementi delle orbite delle cadenti del Novembre e della Cometa I 1866.

	Leoneidi	Cometa
Passaggio al perielio	Nov. 10,092	Genn. 11,160
Longitudine del perielio	56° 25,9	60. 28,0
Longitudine del nodo ascendente	231 28,2	231 26,1
Inclinazione	17 44,5	17 18,1
Distanza perielia	0. 9873	0. 9765
Eccentricità	0. 9046	0. 9054
Semigrand'asse	10. 340	10. 324
Tempo della rivoluzione	33. 35 anni	33. 176 anni
Direzione del movimento	retrogrado	retrogrado

Digitized by Google

partengono ad altri sistemi di stelle cadenti. Weiss, percorrendo i medesimi, trovò che molto probilmente le Comete II 1792 e IV 1860 appartengono allo sciame meteorico, il cui incontro coll' atmosfera terrestre succede dall' 1 al 4 Gennaio di ogni anno; che la Cometa I 1861 appartiene allo sciame dell' Aprile 20...24; che la Cometa II 1737 appartiene allo sciame del Luglio 27-29, che le Comete I 1790 e I 1763 e lo sciame Settembre 18-25, le Comete 1779-1739-1097 1366 e lo sciame Ottobre 19...26, la Cometa di Biela e lo sciame Novembre 28, la Cometa IV 1819 e lo sciame Dicembre 6-9 fra loro si corrispondono. Trovò inoltre che ad alcune apparizioni di cadenti, delle quali non si è più osservato ritorno alcuno, corrispondono del pari alcune delle comete osservate.

Quantunque queste ultime corrispondenze (quella esclusa fra la Cometa di Biela e lo sciame del 28 novembre, la quale fu splendidamente dimostrata dalla grande pioggia meteorica del 27 novembre 1872) non abbiano lo stesso valore dimostrativo che le due primamente accennate, non v'è ragione alcuna per potere un momento dubitare dell' intimo vincolo, che lega le cadenti alle comete, e dell'analogia delle orbite, che esse descrivono nello spazio. Questo fatto, che fu l'ultimo dei risultati ai quali Schiaparelli arrivò colle sue speculazioni del 1866, divenne in seguito il punto di partenza, il cardine quasi intorno al quale si aggirarono tutte le sue indagini posteriori.

Le stelle cadenti si muovono nello spazio in sezioni coniche, analoghe a quelle delle comete. A questo principio nel 1866 Schiaparelli era arrivato con considerazioni di un ordine puramente teorico

Digitized by Google

le osservazioni in seguito lo dimostrarono con ogni rigore; esso nel 1866 aveva un valore solo teorico, ora riposa sulla base inconcussa dei fatti.

Nel 1866 Schiaparelli, dividendo l'idea di Laplace. che i corpi moventisi in orbite paraboliche ci vengono dagli spazii cosmici stellari, aveva ammesso che, come le comete, così le stelle cadenti ci venissero dalle stelle, ed aveva considerato, a spiegare l'origine delle correnti meteoriche, una massa nebulosa, che errando di stella in stella, venisse a cadere nella sfera di attività del Sole. In seguito, avendo dimostrato l'erroneità del concetto di Laplace sulla probabilità delle orbite paraboliche (§ precedente), egli naturalmente non potè più ammettere alle stelle cadenti. ed alle comete un'origine estranea al sistema solare.

Sta ancora, che le correnti meteoriche nascono, nel modo già descritto, da una dispersione di masse cosmiche, ma, nel concetto nuovo di Schiaparelli, le correnti stesse nascono dalla dispersione, che ha luogo nelle comete, ogni qual volta l'attrazione reciproca delle loro parti non basta più a vincere la forza di dispersione del Sole, o di qualche pianeta del sistema solare; intendendo per forza di dispersione la diversa attrazione del Sole o del pianeta sulle diverse parti del corpo cometario, e per cometa ogni qualunque corpo celeste, che si avvicina al Sole in una sezione conica assai allungata [1].

Vi sono tre procedimenti diversi di dispersione, pei quali una cometa può essere cambiata in parte o per intero in una corrente meteorica. Il primo ha

[1] SCHIAPARELLI, opera citata, *Entwurf* ecc. Capitolo, VIII.

Digitized by Google

luogo, quando la cometa, percorrendo senza perturbazione sensibile una sezione conica allungata, si avvicina tanto al Sole, da avere la coesione delle sue parti distrutta dalla forza dispersiva di questo. In questo caso o la cometa è in ogni suo punto uniformemente densa, e allora si disperde per intero; o essa ha una maggior densità verso il suo mezzo, e allora, perdendo essa successivamente le parti più esterne e più tenui, si disperderà solo in parte. Le parti però da essa staccate descriveranno orbite assai poco diverse, dall'orbita primitiva della cometa, anzi si distribuiranno lunghesso l'orbita stessa, in modo da occuparne un arco maggiore o minore. Se l'orbita è ellitica, esse ne occuperanno archi sempre maggiori, finiranno per estendersi a tutta la sua lunghezza, convertendosi così in una corrente chiusa e continua; se l'orbita è parabolica, o iperbolica, continuerà la materia a disperdersi lungo essa sempre più, ma non si trasformerà mai in una corrente chiusa.

Il secondo processo di dispersione ha luogo, quando la cometa moltissimo si avvicina ad un pianeta. In questo caso la forza dispersiva del pianeta può essere tale, da distruggere in tutto o in parte la cometa stessa. Le parti così disperse della cometa descriveranno attorno al Sole orbite assai poco diverse fra di loro, e daranno origine ad una corrente meteorica, formatasi all'infuori di ogni influenza del Sole. Può succedere che una corrente si formi sotto l'azione di questi due processi ad un tempo, sia che il Sole ed un pianeta si trovino in tale posizione rispettiva, da esercitare contemporaneamente la loro forza di dispersione, sia che questa forza esercitino essi l'uno dopo l'altro.

Digitized by Google

Finalmente una cometa può essere dispersa dall'azione immediata del Sole, in grazia dell'influenza mediata di un pianeta. Può succedere cioè che una cometa in origine passi ad una distanza dal Sole tale da rimanere intatta, ma che l'azione perturbatrice di un pianeta la obblighi a passare ad una distanza minore e tale, da porla in balìa della forza dispersiva solare.

Tutti questi procedimenti di dispersione non sono ugualmente probabili; essi però, a parte la grande importanza che hanno nell'argomento delle stelle cadenti, costituiscono un nuovo e prezioso punto di vista nella teoria stessa delle comete. Il fenomeno dello scindersi, dello sdoppiarsi e moltiplicarsi delle comete per essi viene perfettamente spiegato; e se la Cometa di De-Vico più non riapparve, non vi sarà più ragione alcuna di maraviglia; il suo scomparire, tutt' altro che costituire un fatto strano, inesplicabile, è invece interamente conforme all' ordine delle cose esistenti.

Digitized by Google

XVI.

Teoria fisica delle comete. — Idee degli antichi.

Accenneremo solo in modo incompiuto alle idee degli antichi sulla natura delle comete. Esse non hanno più che un valore puramente storico, e sotto questo punto di vista richiederebbero lunghe esposizioni, le quali in questo luogo tornerebbero sommamente inutili, mentre alle medesime furono consacrate opere pregevolissime, come una parte della Storia delle comete di Pingrè, il bel volume di Bailly sull'astronomia antica, i lavori di Delambre, di La-Lande e di altri.

Non si può ben dire quali fossero le idee degli Egizî e dei Caldei sulle comete. Secondo Epigene, i Caldei le ritenevano come corpi infiammati dall'azione di un vortice d'aria agitata, e ritornante incessantemente sopra sè medesima; secondo Apollonio Mindio invece, essi le ponevano fra le stelle erranti, e ne conoscevano il movimento. Forse il vero a questo proposito lo disse Stobeo, autore greco vivente al quarto, o quinto secolo dell'éra volgare. I Caldei credevano, secondo Stobeo, che le comete sono pianeti, e stelle le quali rimangono nascoste per qualche tempo, e solo di quando in quando appaiono, allorchè discendono verso la Terra, secondo le leggi loro pre-

Digitized by Google

scritte; che esse sono chiamate comete da coloro, i quali non sanno essere le medesime vere stelle, che paiono annientarsi, quando ritornano nella regione loro propria, e si sprofondano negli abissi dell'etere, come i pesci nel fondo dei mari. Ma altri, ancora secondo Stobeo, pensavano invece che i vapori della Terra si innalzano nell'aria, e si infiammano; che pervenuti là dove l'etere è agitato da un movimento di rotazione, essi vengono trasportati coll'Universo attorno alla Terra, finchè non sieno interamente consumati dal fuoco; che essi formano così ciò che si chiama una cometa.

I Greci furono meno osservatori che filosofi; il loro genio era eminentemente speculativo, e mentre gli Egizî e i Caldei non s'erano mai stancati di osservare il cielo, essi, sorretti da una immaginazione potente, non si stancarono mai di creare sistemi e scuole, che, perdendo interamente di vista l'ordine dei fatti esistenti, dovevano naturalmente riescire all'errore, e perdersi nelle nubi.

Vi furono fra loro alcuni che pensarono, essere le comete larve, false apparenze, non già qualche cosa di realmente esistente. Credevano costoro che le comete erano formate dai raggi solari, i quali si riflettevano nell'estensione dei cieli, così come avrebbero potuto fare nella superficie di uno specchio; oppure pensavano, che esse erano una conseguenza ottica dell'incontro di due o più pianeti. Secondo questi, allorchè due pianeti l'un l'altro si avvicinano, rischiarano ed infiammano lo spazio compreso; questo appare allora tutto in fuoco, e forma ciò che gli uomini chiamano cometa.

Vi furono altri invece che ritennero in generale le

Digitized by Google

comete quai corpi realmente esistenti, ma poi sulla natura di questi corpi si formarono concetti disparatissimi, i più strani e bislacchi.

Le Comete, dicevano gli uni, sono le anime dei personaggi illustri, che dopo avere vagato sulla Terra per una lunga serie di secoli, vicine a perire, vengono portate come in una specie di trionfo, e sono chiamate al ciclo delle stelle sotto forma di astri splendenti. È per questa ragione che la fame, le epidemie, le guerre civili seguono l'apparire delle comete; i popoli della Terra sono allora orbati dei loro genî benefici. Fra parentesi, affine a questa è l'altra idea, che più tardi alcuni cristiani si formarono delle comete. Iddio, secondo costoro, crea le comete nei tempi in cui gli piace di manifestare la sua collera agli uomini, e incarica un angelo del cielo di portarle in quei segni, e in quelle costellazioni le più convenienti a' suoi disegni.

Le comete, dicevano gli altri, sono nubi che si sollevano, e vengono rischiarate dalla luce del Sole, della Luna, od anche solo delle stelle; oppure sono nubi, invece che rischiarate, infiammate ed abbruciate dai raggi solari; od ancora sono lumi circondati, e difesi da dense nubi, in una parola grandi lanterne dell'universo.

Secondo Aristotile, l'aria che circonda la Terra è divisa in tre regioni. Noi conosciamo la bassa, che respiriamo; essa è come immobile attorno alla superficie terrestre; la media è estremamente fredda, e partecipa all'immobilità della sottoposta; infine la regione superiore è meno fredda, come quella che confina colla regione del fuoco; essa partecipa al movimento del cielo, ed è per conseguenza in ventiquat-

Digitized by Google

tro ore portata da Oriente ad Occidente, tutto attorno alla Terra.

Dalla Terra si sollevano continuamente esalazioni, le quali possono pervenire alla regione superiore dell'aria; il movimento diurno e precipitato, al quale esse allora partecipano, può unirle, condensarle, e dare loro una certa consistenza; sia per la potenza sola del movimento, sia per la vicinanza della regione del fuoco, sia per l'azione degli astri, e in ispecial modo del Sole, queste esalazioni prendono fuoco; la combustione dura finchè esiste materia infiammabile, sia che questa già esista addensata, oppure incessantemente salga dalla Terra; il fuoco si rallenta infine, si spegne per mancanza di combustibile, e la cometa cessa di esistere; le esalazioni che generano le comete, sono, secondo Aristotile, calde e secche.

Noi abbiamo qui brevemente delineata una teoria sulla natura fisica delle comete assai celebre, e che fu tramandata di secolo in secolo, insegnata come verità di fede fino al secolo decimosesto; si aggiunsero ad essa principî diversi; gli astrologi stabilirono, che, secondo le esalazioni terrestri andavano a condensarsi nelle regioni più direttamente dominate da questo o da quel pianeta, la cometa risultante aveva questo o quell'altro significato; si distinsero, da un punto di vista astrologico, esalazioni di diversa natura ed influenza, ma il fondo dell'idea, che gli uomini per tanti secoli si formarono sulla natura delle comete, rimase pur sempre la teoria del grande *maestro di color che sanno*, Aristotile.

In generale gli scrittori recenti, quando vengono a parlare di queste idee di Aristotile, affettano un certo disprezzo. Niente di più ridicolo. Aristotile fu

Digitized by Google

uno degli ingegni più potenti dell'umanità, nè si può fare a lui colpa dell'ignavia ed inerzia di mente dei suoi successori, i quali non seppero più pensare altro che aristotelicamente, e tanto meno poi a lui attribuire gli errori sistematici, che, in nome suo, i suoi discepoli ignoranti difesero talora con vero accanimento. Basta leggere le pagine, nelle quali Aristotile spiega l'ipotesi sua cometaria, per capire la natura profondamente scientifica del suo genio..... « Io parlo, egli dice, di corpi celesti, cui io non vedo che da lungi, e cui non posso osservare dal luogo stesso di loro esistenza..... se qualcuno può dare di questi fenomeni una spiegazione più certa, e fondata sopra principî più naturali, acquisterà un diritto legittimo alla nostra riconoscenza..... » È ben certo, che se i suoi discepoli lo avessero meglio inteso, e avessero portato la larghezza de' suoi concetti e della sua mente nello studio della natura, la storia non registrerebbe nè i falsi peripatetici, nè le persecuzioni sofferte dagli ingegni potenti, che si accinsero a sottrarre il genio dell'umanità dal loro giogo.

Ad essere interamente veridici, noi dobbiamo aggiungere ancora che, fra i pensatori antichi, alcuni ebbero delle comete idee conformi al vero, e le considerarono come corpi eterni, antichi quanto il mondo, soggetti a ritorni periodici, obbedienti a leggi certe e determinate. Tali furono Anassagora e Democrito; e Seneca parlando delle comete..... « non mi posso persuadere, disse, che esse sieno un fuoco novellamente acceso; esse sono piuttosto una delle opere eterne della natura; tutto ciò che si genera nell'aria dura poco, l'elemento che lo produce fugge sempre, e cambia senza posa..... Verrà un giorno in cui qual-

Digitized by Google

cuno dimostrerà in qual luogo si ritirino le comete, perchè le loro orbite sieno tanto diverse da quelle degli altri astri erranti, quale sia la loro grandezza, il loro numero, la loro natura... » Tutto questo è profetico, ma scientificamente non ha valore alcuno; in esso vi è un intuito perfetto della verità, non una dimostrazione, che soggioghi la mente altrui; tanto è vero, che anche dopo Democrito, e Anassagora, e Seneca l'errore continuò per secoli ad essere scambiato col vero.

Digitized by Google

XVII.

Teorie di Kepler e di Descartes (Cartesio).

Il lettore conosce il nome di Kepler, nato a Weil, nel ducato del Würtemberg, il 27 Dicembre 1571. Fu una mente davvero sovrana; stampò nella scienza un'orma incancellabile, e per la parte grandissima che egli ebbe, nell'abbattere gli errori dei peripatetici, si rese benemerito dell'umanità..... « Secondo costoro, scriveva egli, gli antichi non hanno potuto nulla ignorare; ogni nuova cognizione è interdetta ai moderni. Questi filosofi ciechi continuano a riguardare le comete quai fuochi, dei quali la coda è la fiamma, il capo l'alimento; e poichè essi e per la forza dei loro clamori, e per il peso dell'autorità, e per il numero dei libri, che danno alla stampa, hanno il sopravvento; e poichè essi si sono attribuiti il dominio esclusivo del commercio librario, non si presta l'orecchio che a loro, non si leggono che i loro lavori, e la ragione intanto si tace, e langue in un esiglio vergognoso..... » Giammai parole suonarono più veridiche, o descrissero con maggior evidenza la fatale influenza peripatetica sulle menti umane.

Sono note le idee di Kepler (§ V) sul movimento delle comete nello spazio; sotto un punto di vista

Digitized by Google

specialmente storico, non hanno minor valore i suoi concetti sulla natura fisica delle comete. Secondo Kepler, come da ogni terreno, anche non seminato, nasce una pianta, come in ogni ammasso d'acqua, e specialmente nei mari ampî, i pesci nascono, crescono e guizzano, così l'etere celeste, sparso per ogni dove, è così conformato, che in sè medesimo genera le comete, ed in ogni parte del suo vastissimo volume viene da esse attraversato. Il cielo è pieno di comete così come il mare di pesci, e se delle medesime l'uomo osserva un numero piccolissimo, ciò avviene in grazia dello spazio grandissimo, al quale si estende l'etere celeste; le comete si aggirano per esso senza posa, e solo pochissime, nel loro guizzare, si avvicinano alla Terra in modo da divenire visibili.

L'etere celeste non è dovunque lo stesso; si generano talora in esso alcuni tratti più densi, attraverso ai quali il Sole e le stelle non possono più lanciare i loro strali luminosi, e pervenire così fino alla Terra; questi tratti, per una virtù innata dell'etere stesso, si addensano e si contraggono, ed illuminati come sono, si trasformano in astri erranti con speciale movimento nel cielo.

Le comete non sono eterne; i raggi del Sole, attraversando la loro massa, ne esportano incessantemente una piccola parte, ed esse impallidiscono sempre più, e finiscono per disperdersi. E poichè i raggi solari spingono sul loro cammino, lungi dal Sole, alcunchè della materia, onde il corpo delle comete risulta, contemporaneamente essi formano le code cometarie, le quali, si sa, estendonsi sempre nello spazio in una direzione opposta al Sole, e non di rado si incurvano, perchè le loro parti tenuissime non pos-

Digitized by Google

sono seguire con uguale velocità il capo della cometa nel suo corso attraverso all'etere.

Tutte queste idee sono insussistenti, anzi pare incredibile, che una stessa mente abbia potuto indagare tanto profondamente i fatti, da trarne con lungo e sostenuto raziocinio le leggi fondamentali dei movimenti planetari, ed insieme immaginare quell'etere dotato dell'inconcepibile facoltà di generare nel proprio seno una intera classe di corpi celesti. Ma in Kepler coesistevano appunto due attitudini opposte; era ad un tempo un calcolatore paziente ed insuperabile, un animo ardente ed entusiasta; mentre la sua ragione lo portava a indagare con logica sicura e stringente i fatti, la sua immaginazione potente lo spingeva ad idee e sistemi, che nulla devono invidiare alle astrazioni dei filosofi greci.

Sotto un diverso punto di vista non sono meno insussistenti le idee di Descartes, o Cartesio, sulla natura delle comete. Descartes ebbe il grande merito di fare del sistema del mondo un meccanismo; egli intuì, che il mondo, e i corpi, che lo compongono, sono dominati da leggi meccaniche, e non da enti immaginari, tolti ad imprestito dalla metafisica, ma non fu del pari felice nel tradurre il proprio intuito in un sistema meccanico concreto.

Secondo Descartes, le comete e i pianeti furono in origine altrettanti soli; le stelle fisse lo sono ancora attualmente. Le fisse però possono contrarre macchie alla loro superficie, così come il Sole; se queste macchie, in una data stella, si accrescono e si accumulano in modo da formare una crosta continua attorno al suo corpo, la stella cessa di essere un Sole, perde la forza di mantenersi al centro del suo vor-

Digitized by Google

tice, e questo vortice stesso viene assorbito dai vortici attigui. Questa stella, avendo perduto il suo vortice, è trasportata qua e là in balìa dei vortici attigui; sotto forma di cometa erra di vortice in vortice, fino a che divenga pianeta di qualche Sole, o, dissipandosi la sua crosta, riprenda il suo stato primitivo, e si formi un nuovo vortice.

Il lettore conosce (§ VIII) la parte, che nel sistema di Descartes rappresentano i vortici, ma per quel che riguarda le comete, la sua ipotesi, sebbene ingegnosissima, è contraria alle leggi della fisica, e alle osservazioni dell'astronomia.

Digitized by Google

XVIII.

Teoria di Hewelke (Hevelius).

Giovanni Hewelke nacque a Dantzick il giorno 28 Gennaio del 1611; ebbe una mente eletta, ed una rara attitudine astronomica; fu migliore osservatore che fisico, e sebbene abbia lasciato sulle comete lavori molti pregevoli, e di lunghissima lena, si formò sulla natura loro concetti, che, per noi abituati ai metodi della fisica moderna, cadono, non appena espressi. Essi tuttavia hanno una qualche importanza storica, e, specialmente in bocca di Evelio, mostrano in qual modo fosse conformata la mente degli uomini del suo tempo, e come la medesima, abituata al principio di autorità, seriamente si arrestasse sopra artifiziose combinazioni di idee, cui certamente non comprendeva, che in ombra.

Secondo Hewelke, la prima causa della generazione delle comete è Dio, poi vi è una seconda causa difficile a scoprire. La si designa con nomi diversi, ed ora la si chiama anima del mondo, ora spirito, ora forma intrinseca, ora qualità occulta, ora virtù magnetica, ora proprietà essenziale, ora facoltà negativa. Ma con qualunque nome la si voglia distinguere, essa è una facoltà naturale ed innata, in gra-

Digitized by Google

zia della quale i corpi celesti rigettano, respingono, condensano, rarefanno, dissipano, dissolvono, attraggono, in una parola operano ogni cosa. È questa virtù, che nell'interno, e sulla superficie della Terra genera i metalli, i vegetali, gli alberi, e ad un tempo le esalazioni; è la virtù stessa, che genera le comete, e le stelle nuove.

Le comete sono nell'etere, e non mica in quest'aria crassa, che noi respiriamo; esse devono quindi essere formate di una materia eterea. La Luna, il Sole, i pianeti, le stelle stesse hanno probabilmente un'atmosfera analoga alla terrestre. Per la loro proprietà essenziale, i pianeti rigettano continuamente nella loro atmosfera le esalazioni, che potrebbero loro nuocere. Le più crasse di queste esalazioni poco si allontanano dal corpo del pianeta, che le ha prodotte; esse formano le nostre nubi, e le macchie solari; si disciolgono in seguito, e ritornano là d'onde sono uscite; le più sottili invece si elevano a maggiori altezze, raggiungono il limite esterno dell'atmosfera, e talora si spingono anche al di là. Allora può succedere, che a materia, ond'esse risultano, si attenui, ma può avvenire anche, che le parti di esse più dense e più tenaci si uniscano, per modo che più esalazioni e più nubi celesti si condensino in una sola nube più solida, in un sol corpo, in un solo nucleo. Questo può avvenire poichè la materia, come i vapori terrestri, per una facoltà naturale ed innata, inclina a condensarsi, e fa sì, che nubi formate dalle esalazioni di corpi diversi, nuclei nati da atmosfere diverse possono fra loro unirsi, e formare nel loro insieme una massa sorprendente, che a poco a poco, venendo a maturità, acquista una solidità capace di riflettere i

Digitized by Google

raggi solari, e di apparire per tal modo sotto forma di una cometa.

La materia delle comete è adunque dovuta alla proprietà di alterare, di generare, di corrompere, che bisogna riconoscere in tutti i corpi celesti; essa si condensa in seguito a poco a poco, e poichè più la materia è densa, più è atta al movimento, essa comincia a moversi verso l'estremità dell'atmosfera del proprio pianeta. Là entra nell'etere, penetra in seguito nell'atmosfera del pianeta vicino, sovratutto se vi deve incontrare materia analoga, alla quale unirsi. Il tutto seguita poi nel suo movimento una direzione, determinata della materia in esso dominante. La figura ne è pressochè rotonda, in grazia della tendenza delle sue parti ad unirsi, tendenza che ha per causa una specie di forza magnetica. L'unione però non è perfetta, in grazia dell'eterrogeneità delle materie, che compongono la cometa, e ne nascono quindi le comete formate di più nuclei.

Allorchè la Cometa si avvinina al Sole, essa riceve in generale il più grande accrescimento, poichè le emanazioni solari tendono fortemente a condensarsi, e cementano in certo modo quelle degli altri pianeti. Ma il Sole, come tutti i corpi celesti, non solo emette esalazioni, ma le attrae ancora a tempo opportuno, ed è perciò, che la Cometa, dopo essere aumentata, comincia a decrescere nella sfera stessa del Sole.

Inoltre la sfera di Saturno, abbracciando tutte le altre, le comete da essa generate possono penetrare nelle sfere di Giove, di Marte e via; ma i vapori, generati da una sfera inferiore, non possono salire nelle sfere superiori, ed in conseguenza le comete, che, venendo da Saturno, avevano presi accrescimenti nelle

Digitized by Google

sfere inferiori al pianeta generatore, sono obbligate ad abbandonare in queste sfere inferiori ad uno ad uno i loro accrescimenti, di mano in mano che salgono da una in un'altra sfera, ed è questa la ragione per cui diminuiscono di grandezza allontanandosi dal Sole.

Tale è l'edifizio ideato da Hewelke, così come brevemente lo delinea Pingrè nella sua Cometografia; edifizio immaginoso se si vuole, ma null'altro che immaginoso.

Digitized by Google

XIX.

Teoria di Newton.

Secondo Newton, le comete sono corpi solidi, compatti e durevoli così come i pianeti; se esse fossero esalazioni della Terra, del Sole e dei pianeti, dovrebbero interamente dissiparsi nel loro passaggio vicino al Sole. Infatti il calore del Sole, a distanze diverse da esso, è, come la densità dei raggi solari, inversamente proporzionale al quadrato delle distanze stesse; e per conseguenza allorchè la Cometa del 1680, il giorno 8 di Dicembre, era ad una distanza dal Sole, la quale stava alla distanza analoga della Terra, come il numero 6 al numero 1000, il calore prodotto dal Sole sulla Cometa, stava al massimo nostro calore estivo come 1,000,000 a 36, ossia come 2800 ad 1. Ma il calore dell'acqua bollente è quasi triplo del calore, che la creta arida prende, esposta ai raggi solari estivi; ed il calore del ferro incandescente è alla sua volta triplo o quadruplo di quello dell'acqua bollente, quindi il calore, cui il corpo della cometa ricevette dal Sole, è quasi 2000 volte più grande, che non quello del ferro incandescente. A tanta temperatura i vapori, le esalazioni, ed ogni materia volatile dovrebbe d'un tratto consumarsi e dissiparsi.

Digitized by Google

Le code delle comete nascono dal loro capo stesso, e ascendono nelle regioni opposte al Sole. E ciò è manifesto; le code stesse infatti deviano sempre nel piano dell'orbita descritto dalla cometa, piano che passa pel Sole, verso quella parte, che il capo della cometa, progredendo nella sua orbita, ha abbandonato; esse ad uno spettatore, il quale giace nel piano stesso dell'orbita, paiono direttamente opposte al Sole, ed a uno spettatore collocato fuori del piano stesso, paiono invece alquanto deviare dalla direzione del raggio vettore; infine le code, che non deviano da questa direzione, appaiono diritte; quelle che deviano, appaiono invece curvilinee.

E poichè i fenomeni delle code dipendono dal movimento del capo delle comete, e non dalla regione del cielo in cui questo viene osservato, le code stesse sono generate da materia, che effluisce dal capo delle comete, e non sono un'apparenza, dovuta alla rifrazione dei cieli. Come nella nostra atmosfera il fumo di ogni corpo, che brucia, si innalza, perpendicolarmente se il corpo è immobile, obliquamente se il corpo ha un movimento laterale, così nei cieli, dove i corpi gravitano sul Sole, i fumi ed i vapori ascendere devono dal Sole, e innalzarsi nelle regioni superne, perpendicolarmente se il corpo fumante giace immobile, obliquamente se il corpo, progredendo, abbandona incessantemente il luogo, dal quale si innalzarono le parti più alte dei vapori stessi. E questa obliquità sarà minore dove il moto ascendente del vapore sarà più veloce, nelle vicinanze cioè del Sole e del corpo fumante. In grazia della diversa obliquità delle sue parti, la colonna del vapore si incurverà; e poichè nel lato precedente della colonna

Digitized by Google

il vapore è più recente, e ad un tempo più denso, esso rifletterà più intensamente la luce, e la coda apparirà lungh'esso terminata in modo più deciso e distinto.

Newton ammette nel Sole la causa dello svolgersi delle code dal capo delle comete; ma la spiegazione che egli dà di alcuni dei fatti osservati nelle code cometarie, ammette implicitamente lo spazio ripieno d'un mezzo trasparente e gassoso, nel quale, sotto l'influsso della gravitazione, e del calore irradiato dal Sole, si producono naturalmente, secondo i principi di Archimede, i fatti osservati. Ora l'esistenza di questo mezzo è affatto arbitraria, e l'ascendere della materia cometaria in esso, a guisa di fumo, non basta a spiegare la rapidità con cui si formano, si svolgono, si trasformano le code, e più ancora l'istantaneità con cui in queste una molecola si spinge a milioni di miglia dal nucleo.

Sebbene queste idee non valgano a dar ragione di tutti i fenomeni cometari, pure in esse si sente già Newton, e l'indagatore profondo dei fenomeni naturali.

Non più principî astratti, forze occulte, innate, inesplicabili; ma da una parte i fatti osservati, dall'altra le leggi dei fenomeni, che si svolgono attorno a noi, ed uno sforzo incessante di spiegare quelli con queste, senza mai ricorrere a nulla, che sappia di sovrannaturale; tali appunto sono i caratteri speciali di quel metodo, che con Newton e dopo Newton tanto giovò a svolgere le nostre cognizioni nel mondo dei fatti esistenti.

Digitized by Google

XX.

Teorie di Hook, di Mairan e di Euler.

La teoria di Roberto Hook sulla natura fisica delle comete non può che eccitare la curiosità. Secondo Hook, la gravità che fa muovere un pianeta attorno ad un centro, può essere distrutta da un movimento intestino delle parti, onde il pianeta risulta; questo movimento incendia il pianeta, ed imita la fiamma; il pianeta, trasformatosi in cometa, lascia il suo posto, per descrivere una linea retta, tangente alla sua orbita primitiva, la quale però un po' si incurva verso il Sole, poichè la materia più interna, e più prossima al Sole non subisse così tosto una metamorfosi intera. Lo stesso non avviene della materia esterna; questa divenuta assai tenue e leggera, non tende più al Sole, si scioglie nell' aria, e con essa dal Sole si allontana; e poichè le molecole sue sono infiammate, esse appaiono come una moltitudine di raggi, infuocati, uscenti dal capo della cometa in direzioni opposte al Sole, e danno origine alle code. Tutto questo è fantastico, e senza fondamento. In che consiste il movimento intestino, base della teoria? Quale ne è la causa? D' altra parte le comete si muovono in vere sezioni coniche, e non in linee rette, incurvantisi senza legge alcuna.

Digitized by Google

Secondo Mairan, il Sole è circondato da una atmosfera di forma lenticolare, avente la sua massima dimensione nel piano dell'equatore solare stesso. Questa atmosfera ha un'estensione variabile; talora raggiunge l'orbita terrestre, e l'oltrepassa anche; talora invece termina a qualche distanza dalla Terra. Le parti che la compongono gravitano verso il Sole, ma vi è un limite, oltre il quale, l'azione di altri corpi sopra le medesime vince quella del Sole, e questo limite, per la Terra, giace a 61813 leghe dal suo centro. L'atmosfera solare a noi pare luminosa; e lo è forse per sua propria natura, forse perchè è attualmente infiammata dai raggi solari, forse perchè, essendo composta di molecole meno eteree che non sieno quelle della luce, essa ha potere di riflettere quest'ultima.

Quando una cometa, verso il suo perielio, attraversa l'atmosfera solare, il suo inviluppo aereo vaporoso si unisce ad essa. La materia dell'atmosfera del Sole viene lanciata verso gli strati superiori dell'involucro apparente della cometa, sia per impulso dei raggi solari stessi, sia perchè essa naturalmente ascende, come fa il fumo nella nostra atmosfera, sia per altra causa. Essa genera per tal modo la coda della cometa; e non solo la coda, ma anche la sua chioma, e di questa la parte specialmente più prossima al limite esterno, è formata dalla materia luminosa, onde risulta l'atmosfera del Sole.

Quest'ipotesi di Mairan ebbe qualche successo. Ma la si può minare da più di un lato; non si capisce perchè l'atmosfera del Sole non debba avere una forma sferica; non si capiscono tutte le altre proprietà ad essa attribuite da Mairan; e dal punto di

Digitized by Google

vista più specialmente cometario, molte comete, che non raggiunsero mai l'atmosfera del Sole, quali quelle del 1747 e del 1762, apparvero circordate da chiome, e seguite da code; altre poi, quella del 1769 ad esempio, svolsero le code loro prima ancora di raggiungere l'atmosfera stessa. L'ipotesi di Mairan è ora generalmente abbandonata.

Già Guglielmo Whiston a proposito delle comete aveva detto:.... « oltre al centro solido o nucleo della cometa, e alla vasta atmosfera, che la circonda, si vede ordinariamente una lunga traccia di luce, cui la cometa acquista nello avvicinarsi al Sole, e che pare formata delle parti le più luminose, e le più leggere dell'atmosfera, rarefatte dall'azione del calore solare. Se, in grazia di questa rarefazione, esse non acquistano una leggerezza specifica paragonabile a quella delle parti dell'etere, divengono almeno tanto lievi da dover cedere ai raggi del Sole; questi raggi le disperdono, e ne formano una specie di nebbia, o ammasso vaporoso dal lato opposto al Sole, che è poi quello, che si chiama una coda di cometa.... »

In ultima analisi a queste idee di Whiston si riducono quelle, che Euler ebbe sulla formazione delle code cometarie, e che furono del pari accettate e difese da Pingrè. Secondo questi, i raggi della luce, sia che si credano i medesimi lanciati direttamente dal Sole, come pensa Newton, sia che si ammetta una propagazione delle onde luminose attraverso all'etere, come crede di averlo dimostrato Euler [1],

[1] Ai tempi di Pingrè la teoria delle ondulazioni non aveva ricevuto quel grande fondamento diverità, che le venne dato in seguito.

Digitized by Google

hanno certamente una forza di impulso sugli altri corpi. Allorchè una cometa arriva dalle parti dello spazio le più lontane dal Sole, l'atmosfera che la circonda deve essere estremamente condensata dal freddo. Se si scopre in tale istante la cometa, essa deve apparire, o piuttosto realmente appare come una nube sensibilmente rotonda, cupa e poco estesa. La cometa si muove verso il suo perielio; il calore agisce sulla sua atmosfera, ne dilata e ne attenua le parti; la chioma diviene più estesa, e più brillante. Più la cometa si approssima al Sole, più i raggi di questo agiscono sulla sua atmosfera, ne espelloño, e spingono avanti a loro le parti più tenue, che si raccolgono poi nella coda.

Questa teoria, ed altre affini, nelle quali i raggi del Sole divengono in certo modo i veicoli delle molecole, componenti le code cometarie, sono, quasi certamente, non conformi al vero. Esse sono poco probabili per sè medesime, poichè non si concepisce così facilmente, in qual modo le onde luminose possano trasportare molecole materiali; e per quel che riguarda le comete, esse non danno in modo alcuno ragione del fatto, per cui la materia, raccolta nella chioma, comincia ad agitarsi, a ribollire quasi in quella parte, che riguarda il Sole, poi si spinge per un istante verso questo, e bruscamente si ripiega su sè medesima, e va a formare la coda in direzione opposta al Sole. Se fosse vera la teoria di Euler dovrebbero le molecole della coda staccarsi direttamente dalla parte del nucleo alla coda rivolta, e le code stesse dovrebbero apparire come un prolungamento naturale, massiccio del nucleo.

Digitized by Google

XXI.

Teoria delle forze attrattive e ripulsive.

Olbers, in una sua memoria sulla Cometa del 1811, della quale il lettore già conosce la descrizione fisica (§ III):... « a me pare, dice, che dalla forma speciale della coda di questa Cometa chiaramente risulti, essere i vapori sviluppati dalla Cometa, e dalla sua speciale atmosfera respinti così dal Sole come dalla Cometa stessa....» Secondo Olbers esiste nella Cometa una forza ripulsiva, in grazia della quale, i vapori cometari si accumulano là, dove la forza ripulsiva del Sole prende il sopravvento, ed è appunto, perchè soggetta a queste due forze ripulsive, che la materia, la quale in seguito va a formare le code, dapprima si slancia dal nucleo verso il Sole, e giunta ad una certa distanza, si arresta, per slanciarsi in una direzione opposta.

Olbers in seguito espressamente dice, che egli non sa in che cosa consista questa forza ripulsiva, nè da che possa provenire questo tendere della materia delle code ad allontanarsi così dal nucleo, come dal Sole, ma che di questa tendenza le osservazioni appena lasciano dubitare. Difficilmente si può però a questo proposito rattenersi dal pensare a qualche cosa di

Digitized by Google

analogo alle nostre attrazioni, e ripulsioni elettriche; nè Olbers sa vedere il perchè l'elettricità, della quale noi vediamo la grande potenza già nei fenomeni atmosferici, non possa del pari agire con efficacia immensamente superiore nei grandi fenomeni cosmici. Nè si può dare gran peso all' obiezione, essere impossibile, ammessa l'esistenza di una forza repulsiva qualunque, che le comete obbediscano, come pur fanno, assolutamente alle leggi di Kepler nel loro movimento. A questo Olbers risponde, che la massa delle code è minima rispetto a quella delle comete, e che, appunto per ciò, la forza ripulsiva del Sole comincia a far sentire la sua azione sulle particelle, che poi spinge nella coda, solo allorquando le medesime già hanno abbandonato la sfera di attrazione della massa cometaria.

Olbers non diede un maggiore svolgimento a queste idee; egli le espose come semplici analogie induttive; e poichè ancora la Cometa del 1811, sulla quale esse si fondano, mostrò fenomeni, quali nessun' altra, nè prima nè poi, mai ebbe dimostrati, non si può in questa teoria delle forze ripulsive attribuire ad Olbers, che pure è già così grande, tutto quel merito, che alcuni, specialmente in Germania, in questi ultimi tempi gli hanno esageratamente attribuito.

Fu Bessel, che diede a quest'ipotesi delle forze ripulsive un valore scientifico. Nella sua classica memoria sulla apparizione della Cometa di Halley nel 1835, Bessel comincia a dimostrare, appoggiandosi alle proprie osservazioni, che il settore, o ventaglio di efflusso della materia luminosa dal nucleo, era soggetto ad un movimento di oscillazione nel piano dell'orbita cometaria intorno al raggio vettore, oscil-

Digitized by Google

lazione che si faceva su un arco di 60 gradi circa, in 4,6 giorni. Un tal moto di oscillazione è inconcepibile, se del pari non lo si estende a tutto il corpo della cometa, ed in questo caso, la solita forza di attrazione più non bastando a spiegare il fenomeno osservato, è giuocoforza ricorrere ad un'altra forza, e ad un'altra cagione... « Io non vedo, soggiunge Bessel, come sia possibile il sottrarsi dal supporre una forza polare, la quale mentre tende ad avvicinare al Sole uno dei raggi della cometa, tende ad un tempo ad allontanarne il raggio opposto, nè vedo, che vi si sia fondamento alcuno di respingere a priori una tal forza polare, dal momento, che qualche cosa di analogo abbiamo sulla Terra nella polarità magnetica..... »

Ciò posto, Bessel, passando in rassegna i fatti principali osservati nelle comete, dimostra, che il Sole è la causa dell'effluire della materia luminosa; che esso stesso a sè rivolge quella parte del nucleo, onde la materia effluisce; che questa materia effluisce dapprima verso il Sole; che però non continua a muoversi in tal direzione, ma arrivata ad un certo punto, si ripiega sopra sè medesima, e prende a muoversi in direzione opposta; dimostra ancora, che le code delle comete risultano da molecole cometarie realmente trasportate, ed allontanantisi dal nucleo.

Arrivato a questo punto, Bessel prende a studiare il movimento di una molecola cometaria, a partire dal momento, in cui essa abbandona la sfera di attrazione della cometa. Ciò facendo egli suppone a ragione, che questa sfera di attrazione si estenda solo a piccola distanza dal nucleo, attesa la debole massa delle comete in generale, e trascura il movimento

Digitized by Google

della molecola cometaria nell'interno della sfera stessa, movimento che punto non importa nel problema da Bessel studiato. Arriva per tal modo ad un sistema di formole, che, applicate alla cometa di Halley, dimostrano, essere necessario, a spiegare i fatti osservati, ammettere che il Sole esercita un' azione ripulsiva due volte più potente, che non quella di attrazione.

E poichè da una parte i fenomeni primamente studiati accennano nel Sole ad una forza diversa dall'attrazione, e dall' altra i fenomeni della coda mostrano, che questa forza si riduce ad una ripulsione, Bessel conchiude, che quelle parti della cometa, le quali producono la coda, soffrono l' azione di una forza ripulsiva del Sole.

Ciò posto, ecco il modo con cui Bessel si spiega le apparenze diverse osservate nelle comete. L' azione di ogni corpo su un altro può essere separata in due parti, l' una ugualmente efficace su tutti i punti di questo, l' altra risultante dalle differenze di azione sui punti diversi del medesimo. Quando i due corpi prendono fra di loro, partendo da luoghi dello spazio molto lontani, distanze successivamente minori, la prima parte è quella, che diviene tosto sensibile, mentre l' altra solo più tardi prende un sensibile valore.

Nel caso quindi di una cometa, che da grandi distanze si avvicina al Sole, noi cominciamo dal notare quell'azione, che è comune a tutte le sue parti; Bessel suppone, che questa azione consista in una volatilizzazione di particelle, le quali prendono una polarità opposta al Sole, mentre l'azione, che in seguito diventa sensibile, può avere per conseguenza

Digitized by Google

di polarizzare la cometa stessa, come anche di produrre un efflusso della materia verso il Sole. Se le osservazioni mostrano questo efflusso, non si può negare che il medesimo possede quella polarizzazione, che tende ad avvicinare le molecole effluenti al Sole. Che poi queste molecole stesse si allontanino in seguito dal Sole, si può spiegare, secondo Bessel, ammettendo che l'efflusso succede in uno spazio ripieno di una materia carica di una elettricità opposta alla sua, e che le sue molecole tanto più perdono della loro polarità primitiva, e prendono dell'opposta, quanto più si allontanano dal nucleo.

Lasciando stare questi ultimi concetti di Bessel, non si può negare che egli nella sua memoria non abbia dato una dimostrazione matematica di una forza ripulsiva esistente nel Sole. Malgrado ciò molti oppugnano questa forza. Ripugna, secondo costoro, il dovere nella spiegazione dei fenomeni naturali ricorrere a forze diverse da quelle, che già furono riconoscinte dominare assolutamente in tutta la natura; ripugna tanto più l'ammettere la forza ripulsiva di Bessel, in quantochè bisogna contemporaneamente ammettere, che la sua intensità sia diversa per diverse parti della coda. Tutto questo è filosofico, ed anche sanamente filosofico; ma d'altra parte tutti gli sforzi fatti finora, per spiegare colla semplice attrazione i fenomeni cometari, riescirono perfettamente sterili; nè si può, come alcuni hanno fatto, confondere il fenomeno della dispersione delle comete in correnti meteoriche, con quello della formazione delle code. Schiaparelli stesso, al quale questa confusione fu a torto attribuita, la oppugna recisamente, nè vede ragione perchè quando un intero ordine di

Digitized by Google

concetti e di fatti cospira a dimostrare una forza ripulsiva nel Sole, si debba per ragioni puramente astratte continuare a rigettarla.

Ammessa questa forza ripulsiva nel Sole, gli astronomi non sono poi fra di loro d'accordo nell'assegnarne la natura. Secondo Schiaparelli, esiste nelle comete un principio materiale, che egli chiama materia delle comete; su questa il Sole esercita un'attrazione più fiacca, che non sulla massa rimanente, attrazione che nella maggior parte dei casi si cambia in ripulsione. Malgrado la presenza di questa materia nel corpo delle comete, questo obbedisce alle leggi di Kepler, sia perchè la materia speciale, di cui si tratta, abbia una massa minima rispetto a quella della cometa stessa, sia perchè essa possegga eccezionali proprietà. Lo sviluppo delle code dipende esclusivamente dalla maggiore o minor quantità di questa materia delle comete, e dall'efficacia colla quale il Sole agisce sulla medesima. In quanto la medesima si separa dalla massa cometaria, obbedisce interamente alla propria attrazione elettiva, e forma le code. Può succedere, che essa trasporti seco una quantità maggiore o minore della rimanente materia della cometa, ed in tal caso rimangono naturalmente spiegate le diverse intensità di ripulsione, che le diverse code hanno dimostrato.

Secondo Zoellner, la superficie del Sole è potentemente elettrica, e le code delle comete, e la direzione loro sono unicamente un fenomeno di ripulsione elettrica. Zoellner in una pregevole memoria svolge questo concetto, sotto un punto di vista specialmente fisico. Egli comincia a considerare una massa estremamente tenue, come quella delle comete,

Digitized by Google

dimostra come l'elettricità sia più che sufficiente, per produrre i rapidissimi trasporti, quasi istantanei, di materia succedentisi nelle code delle comete; dimostra in qual modo i fenomeni cometari da una parte, e i fenomeni solari dall'altra sieno attissimi a dar ragione di questa elettricità, e cerca infine di spiegare per essa ad uno ad uno i fenomeni notati nelle comete. Naturalmente noi non possiamo neppur tentare l'esposizione di tutte le considerazioni, per mezzo delle quali Zoellner svolge i suoi concetti, poichè questo ci condurrebbe necessariamente ad usare di vocaboli speciali, e di un linguaggio tecnico, scientifico che non è dell'indole di un lavoro, che si propone di rimaner popolare; ma non tralascieremo per questo di notare, che questa ipotesi della ripulsione elettrica è conforme a molti dei fatti cosmici studiati in questi ultimi tempi, e che essa, nel caso speciale delle comete, è in generale accettata come assai probabile.

Secondo Faye, la ripulsione del Sole nasce invece dallo stato di incandescenza della sua superficie. Secondo Faye, il Sole esercita su tutti i corpi, attraverso agli spazii celesti, un azione ripulsiva, che varia in ragione delle superficie loro, e non, come l'attrazione, in ragione delle loro masse. Mentre l'attrazione agisce attraverso a tutta la materia, la forza ideata da Faye può essere interrotta dai corpi che incontra; la sua propagazione nello spazio libero non è istantanea, come quella dell'attrazione, ma successiva come quella della luce e del calore; infine essa non è, come l'attrazione, indipendente dallo stato fisico del corpo che la esercita, e nel nostro sistema il Sole soltanto pare esserne dotato.

Digitized by Google

Pure lasciando a parte le considerazioni di diversa natura, che possono farsi contro questa forza, così come l'ha ideata Faye, è ben certo che essa non basta a spiegare quel fatto caratteristico, nella formazione delle code cometarie, per cui la materia loro prima tende al Sole, poi se ne allontana. Di questo fatto ne dà invece fisicamente ragione l'ipotesi di Olbers, di Bessel e di Zoellner, ed anche, sebbene sotto un punto di vista meno naturale, quella di Schiaparelli.

Digitized by Google

XXII.

Teoria di Tyndall.

In questi ultimi anni Tyndall pubblicò una nuova teoria sulla natura fisica delle comete, la quale, in grazia specialmente del nome illustre di Tyndall, fermò in modo speciale l'attenzione dei dotti.

In una esperienza assai nota, Tyndall fa cadere in una camera oscura attraverso ad un tubo di vetro, chiuso agli estremi da due dischi parimenti di vetro e secondo la direzione longitudinale del medesimo, un fascio di raggi paralleli. Prima dell'esperimento, egli fa con ogni diligenza il vuoto nell'interno di questo tubo, poscia introduce nel medesimo poche goccie di un vapore, cui l'azione della luce valga a scomporre. Nei primi istanti, in cui il tubo così preparato viene esposto ai raggi luminosi, il suo interno rimane perfettamente oscuro; ma passati appena pochi minuti, comincia a formarsi una nube assai tenue, la quale ad ogni momento irradia una luce sempre più intensa, anzi di una tale intensità, che appena si può credere possa da una quantità così minima di materia venire riflessa tanta luce. La nube così formata (*nube attinica*) è di una trasparenza perfetta, e attraverso ad essa una fiamma di candela appare distintamente contornata.

Digitized by Google

Senza dubbio, questo bellissimo esperimento suggerì a Tyndall la sua teoria delle comete. In questa teoria ogni cometa è formata da un vapore, cui la luce solare scompone, e la chioma e la coda non sono altro fuorchè una nube attinica, prodotta da una tale scomposizione. Di questo, secondo Tyndall, non si può dubitare, poichè la struttura delle nubi attiniche è identica affatto a quella di una cometa.

La coda per conseguenza non è materia lanciata dal nucleo, ma semplicemente materia, che si decompone nei raggi solari, attraversanti l'atmosfera delle comete. Sperimentalmente si può dimostrare che questa decomposizione può succedere lentamente a poco a poco lunghesso il raggio luminoso, ed anche repentinamente per tutta la lunghezza del raggio stesso. Rimane quindi, secondo Tyndall, spiegata naturalmente la prodigiosa istantaneità del formarsi delle code, senza ricorrere, come finora si fece, a forze di proiezione enormi, strane e di natura ignota.

Durante il passaggio della cometa pel perielio, la sua coda non risulta sempre di una stessa materia, ma di altra nuova e diversa, la quale si decompone nei raggi solari, che in nuove direzioni attraversano l'atmosfera cometaria. È naturale che in tal modo nascono quelle forti oscillazioni della coda, a spiegare le quali finora si era costretti ad ammettere movimenti reali della materia stessa.

La coda si svolge sempre in direzione opposta al Sole per queste ragioni: sul vapore che forma le comete agiscono due forze diverse, l'una attinica, che produce la scomposizione, l'altra calorica, che produce l'evaporazione. Dove predomina la prima, si hanno le nubi cometarie, dove predomina la seconda,

Digitized by Google

si ha il vapore delle comete trasparente. È un fatto innegabile, che il Sole esercita le due forze accennate, e nell'ammettere le medesime non vi è assolutamente nulla di ipotetico. Per spiegare come abbia luogo la decomposizione dietro al corpo delle comete, ossia nello spazio dove si ha l'ombra del corpo stesso, basta ammettere che i raggi calorifici del Sole vengono in maggior quantità assorbiti dalla chioma e dal nucleo, che non gli attinici. Naturalmente in tal caso questi, aventi una potenza di decomposizione, vèngono a predominare nello spazio che giace rispetto alla cometa oppositamente al Sole, e ivi formano nel modo già spiegato la coda.

La coda così formata, quando ad essa viene a mancare l'appoggio del nucleo, si disperde in grazia del calor solare, ma solo a gradi a gradi e non istantaneamente. Durante questa lenta dispersione, la coda si inclina verso quella parte dello spazio, che la cometa nel suo movimento ha appena abbandonato.

Talora i raggi attinici possono per qualche ragione predominare ancora in alcune parti dell'atmosfera cometaria, le quali non si appoggiano direttamente al nucleo. Essi formano in tal caso le correnti laterali, e le code minori e secondarie più volte osservate nelle comete.

Il restringersi e il rimpicciolirsi del corpo delle comete di mano in mano che esse si avvicinano al Sole, proviene dall'urto delle onde calorifiche, che disperde gli strati cometari esterni e meno densi, e per tal modo produce un apparente addensamento della materia sotto un volume minore.

Tale per sommi capi è la teoria di Tyndall, teo-

Digitized by Google

ria in aperta opposizione con quanto finora si ritiene meglio dimostrato, che cioè la chioma e la coda risultino di molecole materiali, che sotto l'azione di forze determinate si muovono, seguendo le leggi note della meccanica. Ad essa però si possono muovere parecchie obiezioni, fra le quali noi ad una sola qui ci limiteremo, a quella cioè più efficace e decisiva.

L'intera teoria di Tyndall riposa sul principio, che nello spazio esista quel tal vapore, cui l'azione attinica dei raggi luminosi valga a scomporre. Nulla invece finora conferma l'esistenza di questo vapore, e la teoria, specialmente sotto il punto fisico, molto ingegnosa di Tyndall, cade di per sè come un edifizio al quale manca la base, nè si reggerà finchè Tyndall non sia riescito a costrurre questa base, dimostrando lo spazio ripieno di quei vapori, che, studiati nelle sue esperienze, danno origine alle nubi attiniche.

Noi non pretendiamo certo di avere qui ad una ad una esposte tutte le teorie immaginate per spiegare la natura fisica delle comete. Di esse molte sono per intero fantastiche, nè hanno scientificamente valore alcuno, e d'altra parte una lunga enumerazione di teorie sarebbe riescita stucchevole e a chi scrive, e a chi legge. Non pretendiamo neppure di avere presentate in tutti i loro dettagli le teorie principali; i dettagli, specialmente nelle teorie matematiche, sfuggono per intero alla scienza popolare; i concetti matematici sono precisi, determinati, rotondi, se è lecito così esprimersi; bisogna o esporli in tutta la loro integrità, o tralasciarli; non si possono appena abbozzare. Quel poco però che di esse abbiamo detto, avrà, ne siamo certi, persuaso il lettore, che sebbene

Digitized by Google

la teoria delle forze attrattive e ripulsive, intesa specialmente così come hanno fatto Olbers e Bessel, abbia per sè un grado altissimo di probabilità, non ha tuttavia tutti quei caratteri, atti a trasformarla in verità universalmente accettata, così come ad esempio avviene dell'ipotesi di Laplace sull'origine del sistema solare.

Sulla natura fisica delle comete la scienza non ha ancora pronunziata l'ultima parola, nè ancora ha raggiunto tutte quel vero

Che puote disnebbiar nostro intelletto.

FINE.

Digitized by Google

INDICE

I. La grande Cometa dell' anno 1858 ossia la Cometa Donati . . . . . Pag. 5
II. Il Nucleo e la Chioma delle Comete 16
III. La Coda delle Comete 22
IV. La luce delle Comete 27
V. La distanza delle Comete dalla Terra e il loro movimento nello spazio 33
VI. Le apparenze delle Comete in rapporto al loro movimento 45
VII. Le Comete periodiche 49
VIII. La Cometa di Encke e l' Etere resistente . . 59
IX. La Cometa di Biela e il frantumarsi delle Comete 64
X. Quel che avvenga delle Comete dopo il passaggio al perielio. - Idee di Guglielmo Herschel 70
XI. La massa delle Comete 75
XII. Supposte influenze delle Comete 83
XIII. Il numero delle Comete. La vita nelle Comete . 99
XIV. Gruppi di Comete. D'onde vengano le Comete . 107
XV. Relazioni fra le Comete e le stelle cadenti - Idee di Schiaparelli . . . . . » 114
XVI. Teoria fisica delle Comete. - Idee degli antichi 125
XVII. Teorie di Kepler e di Descartes (Cartesio) . . 131
XVIII. Teoria di Hewelke (Hevelius). 135
XIX. Teoria di Newton. 139
XX. Teorie di Hook, di Mairan e di Euler. . . . 142
XXI. Teoria delle forze attrattive e ripulsive . . . 146
XXII. Teoria di Tyndall. 154

Digitized by Google

INDICE DELLE TAVOLE

E DELLA LORO COLLOCAZIONE

TAVOLA I.

Cometa Donati 1858. — Sue apparenze ad occhio nudo od in deboli cannocchiali (dopo la pag. 8).

TAVOLA II.

Cometa Donati 1858. — Sua apparenza ad occhio nudo (dopo la pag. 16).

TAVOLA III.

Cometa Donati 1858. — Sua apparenza in potenti cannocchiali (dopo la pag. 16).

TAVOLA IV.

Nuclei e Chiome di alcune Comete (dopo la pag. 32).

TAVOLA V.

Orbite dei pianeti e di alcune comete periodiche (dopo la pag. 48 .

TAVOLA VI.

Orbite della Terra e della Cometa di Biela.
Orbite della Cometa del 1770 (dopo la pag. 64).

266,476

Digitized by Google

3

Digitized by Google

PREZZO DEL PRESENTE VOLUME: **L. 1:50.**

D' imminente pubblicazione:

LE STELLE CADENTI

TRE LETTURE

DI

G. V. SCHIAPARELLI

DIRETTORE DEL REGIO OSSERVATORIO DI BRERA

.....

Con 2 tavole litografiche

OPERE GIA' PUBBLICATE:

CELORIA (Giovanni). *La luna*, Mc ɔ ıfia fisica, con la carta dell'Emisfero lunare visibile dalla terra . . . ! . L. 1 —

LIOY (Paolo). *Escursione nel cielo*, descrizione pittoresca dei fenomeni celesti. *Terza* edizione. (Con 15 incisioni e 1 carta della luna appositamente incisa). . . . . » 2 —

MULLER (Diamilla) e **FERRA** (Luciano). *L' eclisse solare del 22 dicembre 1870,* osservazioni meteoriche e magnetiche eseguite in Terranova di Sicilia. Un volume di 112 pagine in-4 grande con 4 litografie e 11 tavole di diagrammi. . » 10 —

PIQUÉ (F. di Livorno). *Le meraviglie dell' Atmosfera.* Con 30 incisioni . . . . . » 2 —

SECCHI (Padre A. d. C. d. G.). *Il traforo delle Alpi nella Catena del Moncenisio al colle del Fréjus*. . . . . » 1 —

VERNE (Giulio). *Dalla terra alla luna* . . . . . » 2:50

Dirigere commissioni e vaglia ai fratelli Treves, editori, in Milano

Digitized by Google